

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年6月3日 (03.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/047427 A1

(51) 国際特許分類⁷: H04N 5/335, 5/243
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013237
(22) 国際出願日: 2003年10月16日 (16.10.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2002-333158

2002年11月18日 (18.11.2002) JP
特願2003-173642 2003年6月18日 (18.06.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 木下 雅也 (KI-NOSHITA, Masaya) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区

北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 中村 真備 (NAKAMURA, Makibi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 田中 健二 (TANAKA, Kenji) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

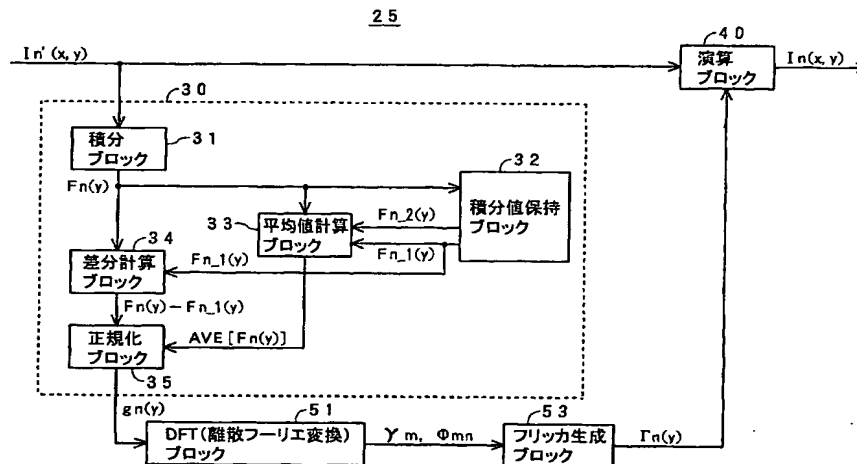
(74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル9階 三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: FLICKER REDUCTION METHOD, IMAGE PICKUP DEVICE, AND FLICKER REDUCTION CIRCUIT

(54) 発明の名称: フリッカ低減方法、撮像装置およびフリッカ低減回路



31...INTEGRATION BLOCK
34...DIFFERENCE CALCULATION BLOCK
35...NORMALIZATION BLOCK
33...AVERAGE VALUE CALCULATION BLOCK
32...INTEGRATED VALUE HOLDING BLOCK
40...CALCULATION BLOCK
51...DFT (DISCRETE FOURIER TRANSFORM) BLOCK
53...FLICKER GENERATION BLOCK

(57) Abstract: Without using a photodetector and only by using a simple signal processing, it is possible to detect with a high accuracy a fluorescent flicker inherent to an image pickup element of XY address scan type such as a CMOS image pickup element regardless of the object, the video

[続葉有]



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

signal level, and the fluorescent lamp type and reduce it reliably and sufficiently. A signal $I_n'(x, y)$ is an RGB elementary color signal including a flicker component or a luminance signal. The signal $I_n'(x, y)$ is integrated over a time exceeding one horizontal cycle and a difference value of integrated values in adjacent fields is normalized by an average value of the integrated values in the continuous three fields. The difference value $g_n(y)$ after the normalization is subjected to discrete Fourier transform to extract a spectrum. From the extracted spectrum, a flicker coefficient $\Gamma_n(y)$ is estimated to perform calculation of $I_n'(x, y)/[1 + \Gamma_n(y)]$.

(57) 要約: 受光素子などを用いることなく、簡単な信号処理のみによって、CMOS撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子に固有の蛍光灯フリッカを、被写体や映像信号レベルおよび蛍光灯の種類などにかかわらず、高精度で検出し、確実にかつ十分に低減できるようにする。信号 $I_n'(x, y)$ は、フリッカ成分を含むRGB原色信号または輝度信号である。信号 $I_n'(x, y)$ を1水平周期以上の時間に渡って積分し、隣接するフィールドにおける積分値の差分値を連続する3フィールドにおける積分値の平均値で正規化する。その正規化後の差分値 $g_n(y)$ を離散フーリエ変換してスペクトルを抽出し、その抽出したスペクトルからフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を推定し、 $I_n'(x, y) / [1 + \Gamma_n(y)]$ の演算を行う。

明 細 書

フリッカ低減方法、撮像装置およびフリッカ低減回路

5

技術分野

この発明は、蛍光灯の照明下でCMOS（相補型金属酸化物半導体）撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子（イメージャ、イメージセンサ）によって被写体を撮影した場合に撮像素子から得られる映像信号に生じる蛍光灯フリッカを低減する方法、CMOS撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子を用いたビデオカメラやデジタルスチルカメラなどの撮像装置、および、その撮像装置に用いるフリッカ低減回路に関する。

15 背景技術

商用交流電源によって直接点灯される蛍光灯の照明下で、ビデオカメラによって被写体を撮影すると、蛍光灯の輝度変化（光量変化）の周波数（商用交流電源周波数の2倍）とカメラの垂直同期周波数との違いによって、撮影出力の映像信号に時間的な明暗の変化、いわゆる蛍光灯フリッカを生じる。

20

例えば、商用交流電源周波数が50Hzの地域において、非インバータ方式の蛍光灯の照明下で、NTSC方式（垂直同期周波数は60Hz）のCCDカメラによって被写体を撮影する場合、図28に示すように、1フィールド周期が1/60秒であるのに対して、蛍光灯の輝度変化の周期が1/100秒となるので、蛍光灯の輝度変化に対して各フィールドの露光タイミングがずれ、各画素の露光量がフィールドごとに変化する。

25

る。

そのため、例えば、露光時間が $1/60$ 秒であるときには、期間 a_1 , a_2 , a_3 では、同じ露光時間でも露光量が異なり、露光時間が $1/60$ 秒より短いとき（ただし、後述のように $1/100$ 秒ではないとき）

5 には、期間 b_1 , b_2 , b_3 では、同じ露光時間でも露光量が異なる。

蛍光灯の輝度変化に対する露光タイミングは、3フィールドごとに元のタイミングに戻るため、フリッカによる明暗変化は、3フィールドごとの繰り返しとなる。すなわち、各フィールドの輝度比（フリッカの見え方）は、露光期間によって変わるが、フリッカの周期は変わらない。

10 ただし、デジタルカメラなど、プログレッシブ方式のカメラで、垂直同期周波数が 30 Hz の場合には、3フレームごとに明暗変化が繰り返される。

さらに、蛍光灯は、白色光を発光するために、通常、複数の蛍光体、例えば、赤、緑、青の蛍光体が用いられている。しかし、これら蛍光体
15 は、それぞれが固有の残光特性を有し、輝度変化の周期中に存在する放電停止から次の放電開始までの期間は、それぞれの残光特性で減衰発光する。そのため、この期間では、始めは白色であった光が、次第に色相を変えながら減衰することになるので、上記のように露光タイミングがずれると、明暗変化だけでなく、色相変化を生じる。また、蛍光灯は、
20 特定の波長に強いピークが存在するという特有の分光特性を持っているため、色によって信号の変動成分が異なる。

そして、このような色相変化、および色ごとの変動成分の差によって、いわゆる色フリッカが発生する。

これに対して、図28の最下段に示すように、露光時間を蛍光灯の輝度変化の周期（ $1/100$ 秒）の整数倍に設定すれば、露光タイミング
25 にかかわらず露光量が一定となって、フリッカを生じない。

実際、ユーザの操作によって、またはカメラでの信号処理により蛍光灯照明下であることを検出することによって、蛍光灯照明下である場合には露光時間を $1 / 100$ 秒の整数倍に設定する方式が考えられている。この方式によれば、単純な方法で、フリッカの発生を完全に防止することができる。

しかし、この方式では、任意の露光時間に設定することができないため、適切な露出を得るための露光量調整手段の自由度が減ってしまう。

そのため、任意のシャッタ速度（露光時間）のもとで蛍光灯フリッカを低減することができる方法が要求される。

これについては、CCD撮像装置のように1画面内の全ての画素が同一の露光タイミングで露光される撮像装置の場合には、フリッカによる明暗変化および色変化がフィールド間でのみ現れるため、比較的容易に実現することができる。

例えば、図28の場合、露光時間が $1 / 100$ 秒の整数倍でなければ、フリッカは3フィールドの繰り返し周期となるので、各フィールドの映像信号の平均値が一定となるように3フィールド前の映像信号から現在の輝度および色の変化を予測し、その予測結果に応じて各フィールドの映像信号のゲインを調整することによって、フリッカを実用上問題のないレベルまで抑圧することができる。

しかしながら、CMOS撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子では、画素ごとの露光タイミングが画面水平方向において読み出しクロック（画素クロック）の1周期分ずつ順次ずれ、全ての画素で露光タイミングが異なるため、上記の方法ではフリッカを十分抑圧することはできない。

図29に、その様子を示す。上記のように画面水平方向でも各画素の露光タイミングが順次ずれるが、蛍光灯の輝度変化の周期に比べて1水

平周期は十分短いので、同一ライン上の画素は露光タイミングが同時であると仮定し、画面垂直方向における各ラインの露光タイミングを示す。實際上、このように仮定しても問題はない。

図 29 に示すように、X Y アドレス走査型の撮像素子、例えば CMOS 撮像素子では、ラインごとに露光タイミングが異なり（F1 は、あるフィールドでの、その様子を示す）、各ラインで露光量に差を生じるため、フリッカによる明暗変化および色変化が、フィールド間だけでなくフィールド内でも生じ、画面上では縞模様（縞自体の方向は水平方向、縞の変化の方向は垂直方向）として現れる。

図 30 に、被写体が均一なパターンの場合の、この画面内フリッカの様子を示す。縞模様の 1 周期（1 波長）が $1/100$ 秒であるので、1 画面中には 1.666 周期分の縞模様が発生することになり、1 フィールド当たりの読み出しライン数を M とすると、縞模様の 1 周期は読み出しライン数では $L = M * 60 / 100$ に相当する。なお、明細書および図面では、アスタリスク（*）を乗算の記号として用いる。

図 31 に示すように、この縞模様は、3 フィールド（3 画面）で 5 周期（5 波長）分となり、連続的に見ると垂直方向に流れるように見える。

図 30 および図 31 には、フリッカによる明暗変化のみを示すが、実際には上述した色変化も加わり、画質が著しく劣化する。特に色フリッカは、シャッタ速度が速くなると顕著になるとともに、X Y アドレス走査型の撮像素子では、その影響が画面内に現れるため、画質劣化がより目立つようになる。

このような X Y アドレス走査型の撮像素子の場合にも、露光時間を蛍光灯の輝度変化の周期（ $1/100$ 秒）の整数倍に設定することができれば、露光タイミングにかかわらず露光量が一定となつて、画面内フリッカを含む蛍光灯フリッカを生じない。

しかしながら、CMOS撮像素子などで、電子シャッタ速度を可変にすると、撮像装置が複雑になる。しかも、電子シャッタを自由に切れる撮像装置であっても、フリッカ防止のために露光時間を $1/100$ 秒の整数倍にしか設定できないとすると、適切な露出を得るための露光量調整手段の自由度が減ってしまう。

そこで、CMOS撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子に固有の蛍光灯フリッカを低減する方法が提案されている。

特許文献1（特開2000-350102公報）または特許文献2（特開2000-23040公報）には、受光素子や測光素子により蛍光灯の光量を測定することによってフリッカ成分を推定し、その推定結果に応じて撮像素子からの映像信号の利得を制御する方法が示されている。

特許文献3（特開2001-16508公報）には、現在の外光条件に適した第1の電子シャッタ値と蛍光灯の明滅周期に対して所定の関係を有する第2の電子シャッタ値との2条件で2種の画像を撮影し、両者の信号を比較することによってフリッカ成分を推定し、その推定結果に応じて撮像素子からの映像信号の利得を制御する方法が示されている。

特許文献4（特開平11-164192号公報）には、あらかじめ蛍光灯照明下での明暗変化の様子を補正係数としてメモリ内に記録しておく一方で、映像信号成分とフリッカ成分の周波数の違いを利用して撮像素子からの映像信号からフリッカ成分の位相を検出し、その検出結果に応じてメモリ内の補正係数によって映像信号を補正する方法が示されている。

特許文献5（特開2000-165752公報）には、フリッカの位相がちょうど180度反転するような時間差をもって露光された2つの映像信号から補正係数を算出し、その算出した補正係数によって映像信号を補正する方法が示されている。

しかしながら、特許文献 1, 2 に記載のように、受光素子や測光素子により蛍光灯の光量を測定することによってフリッカ成分を推定する方法は、撮像装置に受光素子や測光素子を付加するので、撮像装置システムのサイズやコストが増大する。

- 5 また、特許文献 3 に記載のように、異なるシャッタ条件（露出条件）で 2 種の画像を撮影してフリッカ成分を推定する方法も、撮像装置のシステムが複雑化する欠点があり、しかも、この方法は、動画の撮影には適さない欠点がある。

- 10 また、特許文献 4 に記載のように、メモリ内に用意した係数を補正信号として用いる方法は、全ての種類の蛍光灯につき、補正係数を用意しておくことは不可能であるため、蛍光灯の種類によっては、フリッカ成分を正確に検出し、確実に低減することができない欠点がある。しかも、特許文献 4 に記載のように、映像信号成分とフリッカ成分の周波数の違いを利用して映像信号からフリッカ成分を抽出する方法では、フリッカ成分が微小な黒の背景部分や低照度の部分などでは、映像信号成分と区別してフリッカ成分を検出することが難しいとともに、画面中に動きのある物体が存在する場合には、フリッカ成分の検出性能が著しく低下する。
- 15

- 20 また、特許文献 5 に記載のように、異なるタイミング条件で 2 種の画像を撮影してフリッカ成分を推定する方法は、特許文献 3 に記載の方法と同様に、撮像装置のシステムが複雑化するとともに、動画の撮影には適さない欠点がある。

- 25 そこで、この発明は、受光素子などを用いることなく、簡単な信号処理のみによって、CMOS 撮像素子などの XY アドレス走査型の撮像素子に固有の蛍光灯フリッカを、被写体や映像信号レベルおよび蛍光灯の種類などにかかわらず、高精度で検出し、確実にかつ十分に低減すること

ができるようにしたものである。

発明の開示

第 1 の発明のフリッカ低減方法は、

- 5 蛍光灯照明下で X Y アドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる映像信号または輝度信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する方法であって、

前記映像信号または前記輝度信号を入力画像信号として、その入力画像信号を 1 水平周期以上の時間に渡って積分する工程と、

- 10 その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する工程と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する工程と、

その抽出したスペクトルからフリッカ成分を推定する工程と、

- 15 その推定したフリッカ成分を打ち消すように、推定したフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する工程と、
を備えるものである。

第 2 の発明のフリッカ低減方法は、

- 20 蛍光灯照明下で X Y アドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる各色の色信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する方法であって、

前記各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を 1 水平周期以上の時間に渡って積分する工程と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する工程と、

- 25 その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する工程と、
その抽出したスペクトルからフリッカ成分を推定する工程と、

その推定したフリッカ成分を打ち消すように、推定したフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する工程と、
を備えるものである。

第3の発明のフリッカ低減方法は、

- 5 蛍光灯照明下でX Yアドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる輝度信号および各色の色信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する方法であって、

前記輝度信号および前記各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する工程と、

- 10 その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する工程と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する工程と、
その抽出したスペクトルからフリッカ成分を推定する工程と、

- その推定したフリッカ成分を打ち消すように、推定したフリッカ成分
15 と前記入力画像信号を演算する工程と、
を備えるものである。

- 上記の方法の、この発明のフリッカ低減方法では、正規化後の積分値または差分値として、フリッカ成分以外の信号成分が除去されて、被写体にかかわらず、かつフリッカ成分が微小な黒の背景部分や低照度の部分などでも、フリッカ成分を容易に高精度で推定できる信号が得られ、
20 その正規化後の積分値または差分値の適当な次数までのスペクトルを抽出することによって、蛍光灯の種類や輝度変化波形などにかかわらず、かつ被写体の影響によって信号成分が不連続となる領域でも、フリッカ成分を高精度で推定することができ、その推定したフリッカ成分と入力
25 画像信号を演算することによって、入力画像信号からフリッカ成分を確実にかつ十分に低減することができる。

特に、第2または第3の発明のフリッカ低減方法では、映像信号として得られる各色の色信号ごとに、または輝度信号および各色の色信号ごとに、フリッカ成分を検出し、低減するので、色フリッカを含む蛍光灯フリッカを、高精度で検出し、確実にかつ十分に低減することができる。

5

図面の簡単な説明

図1は、この発明の撮像装置の一実施形態のシステム構成を示す図である。

図2は、原色系システムのデジタル信号処理部の一例を示す図である。

10 図3は、補色系システムのデジタル信号処理部の一例を示す図である。

図4は、フリッカ低減部の第1の例を示す図である。

図5は、飽和領域を考慮した場合の演算ブロックの一例を示す図である。

図6は、フリッカ低減部の第2の例を示す図である。

15 図7は、フリッカ低減部の第3の例を示す図である。

図8は、非蛍光灯照明下を考慮した場合のフリッカ低減部の一例を示す図である。

図9は、非蛍光灯照明下を考慮した場合のフリッカ低減部の他の例を示す図である。

20 図10は、撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合を考慮した場合の撮像装置の例を示す図である。

図11は、撮影状況によってフリッカ低減処理が不要となる場合を考慮した場合の撮像装置の一例を示す図である。

25 図12は、撮影状況によってフリッカ低減処理が不要となる場合を考慮した場合の撮像装置の他の例を示す図である。

図13は、推定されたフリッカ成分を調整する場合の例の基本的な構

成を示す図である。

図 1 4 は、推定されたフリッカ成分を調整する場合の第 1 の具体例を示す図である。

5 図 1 5 は、推定されたフリッカ成分を調整する場合の第 2 の具体例を示す図である。

図 1 6 は、図 1 4 および図 1 5 の例の説明に供する図である。

図 1 7 A と図 1 7 B は、各例の説明に供する式を示す図である。

図 1 8 A と図 1 8 B は、各例の説明に供する式を示す図である。

図 1 9 A と図 1 9 B は、各例の説明に供する式を示す図である。

10 図 2 0 A ～図 2 0 E は、各例の説明に供する式を示す図である。

図 2 1 A ～図 2 1 C は、各例の説明に供する式を示す図である。

図 2 2 A と図 2 2 B は、図 8 および図 9 の例の説明に供する図である。

図 2 3 は、試験で用いた被写体を示す図である。

図 2 4 は、図 2 3 の被写体の場合の積分値を示す図である。

15 図 2 5 は、図 2 3 の被写体の場合の差分値を示す図である。

図 2 6 は、図 2 3 の被写体の場合の正規化後の差分値を示す図である。

図 2 7 は、図 2 3 の被写体の場合の推定されたフリッカ係数を示す図である。

20 図 2 8 は、CCD 撮像素子の場合の蛍光灯フリッカの説明に供する図である。

図 2 9 は、XY アドレス走査型の撮像素子の場合の蛍光灯フリッカの説明に供する図である。

図 3 0 は、XY アドレス走査型の撮像素子の場合の蛍光灯フリッカの 1 画面内の縞模様を示す図である。

25 図 3 1 は、XY アドレス走査型の撮像素子の場合の蛍光灯フリッカの連続する 3 画面に渡る縞模様を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

〔撮像装置の実施形態：図 1 ～ 図 3〕

（システム構成：図 1）

5 図 1 は、この発明の撮像装置の一実施形態のシステム構成を示し、X
Yアドレス走査型の撮像素子としてCMOS撮像素子を用いたビデオカ
メラの場合である。

この実施形態の撮像装置、すなわちビデオカメラでは、被写体からの
光が、撮像光学系 11 を介してCMOS撮像素子 12 に入射して、CM
10 OS撮像素子 12 で光電変換され、CMOS撮像素子 12 からアナログ
映像信号が得られる。

CMOS撮像素子 12 は、CMOS基板上に、フォトダイオード（フ
ォトゲート）、転送ゲート（シャッタトランジスタ）、スイッチングト
ランジスタ（アドレストランジスタ）、増幅トランジスタ、リセットト
15 ランジスタ（リセットゲート）などを有する画素が複数、2次元状に配
列されて形成されるとともに、垂直走査回路、水平走査回路および映像
信号出力回路が形成されたものである。

CMOS撮像素子 12 は、後述のように原色系と補色系のいずれでも
よく、CMOS撮像素子 12 から得られるアナログ映像信号は、RGB
20 各色の原色信号または補色系の色信号である。

そのCMOS撮像素子 12 からのアナログ映像信号は、IC（集積回
路）として構成されたアナログ信号処理部 13 において、色信号ごとに、
サンプルホールドされ、AGC（自動利得制御）によってゲインが制御
され、A/D変換によってデジタル信号に変換される。

25 そのアナログ信号処理部 13 からのデジタル映像信号は、ICとして
構成されたデジタル信号処理部 20 において、後述のように処理され、

デジタル信号処理部 20 内のフリッカ低減部 25 において、後述のように信号成分ごとに、この発明の方法によってフリッカ成分が低減された上で、最終的に輝度信号 Y と赤、青の色差信号 $R - Y$, $B - Y$ に変換されて、デジタル信号処理部 20 から出力される。

- 5 システムコントローラ 14 は、マイクロコンピュータなどによって構成され、カメラ各部を制御する。

具体的に、システムコントローラ 14 から、IC によって構成されたレンズ駆動用ドライバ 15 に、レンズ駆動制御信号が供給され、レンズ駆動用ドライバ 15 によって、撮像光学系 11 のレンズが駆動される。

- 10 また、システムコントローラ 14 からタイミングジェネレータ 16 に、タイミング制御信号が供給され、タイミングジェネレータ 16 から CMOS 撮像素子 12 に、各種タイミング信号が供給されて、CMOS 撮像素子 12 が駆動される。

- さらに、デジタル信号処理部 20 からシステムコントローラ 14 に、
15 各信号成分の検波信号が取り込まれ、システムコントローラ 14 からの AGC 信号によって、アナログ信号処理部 13 において、上記のように各色信号のゲインが制御されるとともに、システムコントローラ 14 によって、デジタル信号処理部 20 における信号処理が制御される。

- また、システムコントローラ 14 には、手ぶれセンサ 17 が接続され、
20 撮影者の動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合には、そのことが、手ぶれセンサ 17 の出力から、システムコントローラ 14 によって検出され、後述のようにフリッカ低減部 25 が制御される。

- また、システムコントローラ 14 には、マイクロコンピュータなどによって構成されたインタフェース (I/F) 19 を介して、ユーザイン
25 タフェース 18 を構成する操作部 18 a および表示部 18 b が接続され、操作部 18 a での設定操作や選択操作などが、システムコントローラ 1

4によって検出されるとともに、カメラの設定状態や制御状態などが、システムコントローラ14によって表示部18bに表示される。

撮影者が操作部18aでズーム操作などのカメラ操作を行うことによって被写体が短時間で大きく変化する場合には、そのことが、システム
5 コントローラ14によって検出され、後述のようにフリッカ低減部25が制御される。

また、後述のようなフリッカ低減処理が不要な場合には、そのことが、システムコントローラ14によって検出され、後述のようにフリッカ低減部25が制御される。

10 (原色系システムの場合：図2)

図2に、原色系システムの場合のデジタル信号処理部20の一例を示す。

原色系システムは、図1の撮像光学系11が被写体からの光をRGB各色の色光に分離する分解光学系を有し、CMOS撮像素子12として
15 RGB各色用のCMOS撮像素子を有する3板システム、または、CMOS撮像素子12として、光入射面にRGB各色の色フィルタが画面水平方向に1画素ごとに順次、繰り返し配列された一つのCMOS撮像素子を有する1板システムである。この場合、CMOS撮像素子12からは、RGB各色の原色信号が平行に読み出される。

20 図2のデジタル信号処理部20では、クランプ回路21で、入力のRGB原色信号の黒レベルが所定レベルにクランプされ、ゲイン調整回路22で、露出量に応じてクランプ後のRGB原色信号のゲインが調整され、フリッカ低減部25R, 25G, 25Bで、この発明の方法によって、ゲイン調整後のRGB原色信号中のフリッカ成分が低減される。

25 さらに、図2のデジタル信号処理部20では、ホワイトバランス調整回路27で、フリッカ低減後のRGB原色信号のホワイトバランスが調

整され、ガンマ補正回路 28 で、ホワイトバランス調整後の RGB 原色信号の階調が変換され、合成マトリクス回路 29 で、ガンマ補正後の RGB 原色信号から、出力の輝度信号 Y および色差信号 $R - Y$, $B - Y$ が生成される。

5 原色系システムでは、一般に図 2 のように RGB 原色信号の処理が全て終了した後に輝度信号 Y が生成されるので、図 2 のように RGB 原色信号の処理過程で RGB 原色信号中のフリッカ成分を低減することによって、各色成分および輝度成分のフリッカ成分を共に十分に低減することができる。

10 なお、フリッカ低減部 25 R, 25 G, 25 B は、図 2 のように配置することが望ましいが、必ずしも、これに限定されるものではない。

(補色系システムの場合：図 3)

図 3 に、補色系システムの場合のデジタル信号処理部 20 の一例を示す。

15 補色系システムは、図 1 の CMOS 撮像素子 12 として、光入射面に補色系の色フィルタが形成された一つの CMOS 撮像素子を有する 1 板システムである。補色系の色フィルタは、例えば、図 3 に色フィルタ 1 として示すように、ある一つおきの水平ライン位置 L_o では、緑の色フィルタ部 1 G とマゼンタの色フィルタ部 1 Mg が水平方向に 1 画素ごとに順次、繰り返して配列され、他の一つおきの水平ライン位置 L_e では、
20 シアンの色フィルタ部 1 Cy とイエローの色フィルタ部 1 Ye が水平方向に 1 画素ごとに順次、繰り返して配列されたものである。

この場合、図 1 の CMOS 撮像素子 12 からは、隣接する 2 水平ライン位置の映像信号が合成されて読み出される。したがって、CMOS 撮
25 像素子 12 からは、各水平期間において、図 3 の例では、緑の色信号とシアンの色信号との合成信号と、マゼンタの色信号とイエローの色信号

との合成信号とが、1画素クロックごとに交互に得られる。

図3のデジタル信号処理部20では、クランプ回路21で、その補色信号の黒レベルが所定レベルにクランプされ、ゲイン調整回路22で、露出量に応じてクランプ後の補色信号のゲインが調整され、輝度合成回路23で、ゲイン調整後の補色信号から輝度信号Yが生成されるとともに、原色分離回路24で、ゲイン調整後の補色信号からRGB原色信号が生成される。

さらに、図3のデジタル信号処理部20では、フリッカ低減部25Yで、この発明の方法によって、輝度合成回路23からの輝度信号Y中のフリッカ成分が低減されるとともに、フリッカ低減部25R, 25G, 25Bで、この発明の方法によって、原色分離回路24からのRGB原色信号中のフリッカ成分が低減される。

さらに、図3のデジタル信号処理部20では、ガンマ補正回路26で、フリッカ低減後の輝度信号の階調が補正されて、出力の輝度信号Yが得られ、ホワイトバランス調整回路27で、フリッカ低減後のRGB原色信号のホワイトバランスが調整され、ガンマ補正回路28で、ホワイトバランス調整後のRGB原色信号の階調が変換され、合成マトリクス回路29で、ガンマ補正後のRGB原色信号から色差信号 $R-Y$, $B-Y$ が生成される。

補色系システムでは、図3のようにデジタル信号処理部20の比較的前段で輝度信号およびRGB原色信号が生成される。これは、輝度信号は、上記の合成信号から単純な加算処理によって容易に生成できるとともに、上記の合成信号から差分処理によってRGB原色信号を生成し、そのRGB原色信号から輝度信号を生成すると、輝度信号のS/Nが劣化するからである。

しかし、このように輝度信号と色信号の処理系統を別にする場合には、

各色成分のフリッカ成分を低減するだけでは、輝度成分のフリッカ成分を低減するのに十分でなく、図3のように別に輝度成分のフリッカ成分を低減することによって初めて、各色成分および輝度成分のフリッカ成分を共に十分に低減することができる。

- 5 なお、フリッカ低減部25Yおよび25R, 25G, 25Bは、図3のように配置することが望ましいが、必ずしも、これに限定されるものではない。

〔フリッカ低減方法の実施形態：図4～図27〕

- 10 図2のフリッカ低減部25R, 25G, 25B、および図3のフリッカ低減部25Y, 25R, 25G, 25Bは、それぞれ、以下の例のように構成される。したがって、以下では、フリッカ低減部25R, 25G, 25B, 25Yを、フリッカ低減部25と総称する。

- 15 また、以下において、入力画像信号とは、それぞれ、フリッカ低減部25に入力されるフリッカ低減前のRGB原色信号または輝度信号であり、出力画像信号とは、それぞれ、フリッカ低減部25から出力されるフリッカ低減後のRGB原色信号または輝度信号である。

- 20 また、以下の例は、商用交流電源周波数が50Hzの地域において、蛍光灯の照明下で、NTSC方式（垂直同期周波数は60Hz）のCMOSカメラによって被写体を撮影する場合、したがって、蛍光灯フリッカを低減しないときには、図29～図31に示したように、フリッカによる明暗変化および色変化が、フィールド間だけでなくフィールド内でも生じ、画面上では3フィールド（3画面）で5周期（5波長）分の縞模様として現れる場合である。

- 25 蛍光灯が非インバータ方式の場合は勿論、インバータ方式の場合も、整流が十分でない場合にはフリッカを生じるので、蛍光灯が非インバータ方式の場合に限らない。

(フリッカ低減方法の第1の例：図4)

図4は、フリッカ低減部25の第1の例を示す。

図30および図31は、被写体が一様な場合であるが、一般にフリッカ成分は被写体の信号強度に比例する。

5 そこで、一般の被写体についての任意のフィールド n および任意の画素 (x, y) における入力画像信号(フリッカ低減前のRGB原色信号または輝度信号)を $I_n'(x, y)$ とすると、 $I_n'(x, y)$ は、フリッカ成分を含まない信号成分と、これに比例したフリッカ成分との和として、図17Aの式(1)で表される。

10 $I_n(x, y)$ は、信号成分であり、 $\Gamma_n(y) * I_n(x, y)$ は、フリッカ成分であり、 $\Gamma_n(y)$ は、フリッカ係数である。蛍光灯の発光周期(1/100秒)に比べて1水平周期は十分短く、同一フィールドの同一ラインではフリッカ係数は一定と見なすことができるので、フリッカ係数は $\Gamma_n(y)$ で表す。

15 $\Gamma_n(y)$ を一般化するために、図17Aの式(2)に示すように、フーリエ級数に展開した形式で記述する。これによって、蛍光灯の種類によって異なる発光特性および残光特性を全て網羅した形式でフリッカ係数を表現することができる。

20 式(2)中の λ_0 は、図30に示した画面内フリッカの波長であり、1フィールド当たりの読み出しライン数を M とすると、 $L(=M * 60 / 100)$ ラインに相当する。 ω_0 は、 λ_0 で正規化された規格化角周波数である。

25 γ_m は、各次($m=1, 2, 3 \dots$)のフリッカ成分の振幅である。 Φ_{mn} は、各次のフリッカ成分の初期位相を示し、蛍光灯の発光周期(1/100秒)と露光タイミングによって決まる。ただし、 Φ_{mn} は3フィールドごとに同じ値になるので、直前のフィールドとの間の Φ_{mn} の

差は、図 17 A の式 (3) で表される。

＜積分値の算出および保存＞

図 4 の例では、まず、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、フリッカ検出用に絵柄の影響を少なくするために、積分ブロック 31 で、図 17 B の式 (4) に示すように、画面水平方向に 1 ライン分に渡って積分され、積分値 $F_n(y)$ が算出される。式 (4) 中の $\alpha_n(y)$ は、図 17 B の式 (5) で表されるように、信号成分 $I_n(x, y)$ の 1 ライン分に渡る積分値である。

算出された積分値 $F_n(y)$ は、以後のフィールドでのフリッカ検出用に、積分値保持ブロック 32 に記憶保持される。積分値保持ブロック 32 は、少なくとも 2 フィールド分の積分値を保持できる構成とされる。

被写体が一様であれば、信号成分 $I_n(x, y)$ の積分値 $\alpha_n(y)$ が一定値となるので、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ の積分値 $F_n(y)$ からフリッカ成分 $\alpha_n(y) * \Gamma_n(y)$ を抽出することは容易である。

しかし、一般的な被写体では、 $\alpha_n(y)$ にも $m * \omega_0$ 成分が含まれるため、フリッカ成分としての輝度成分および色成分と、被写体自身の信号成分としての輝度成分および色成分とを分離することができず、純粹にフリッカ成分のみを抽出することはできない。さらに、式 (4) の第 1 項の信号成分に対して第 2 項のフリッカ成分は非常に小さいので、フリッカ成分は信号成分中にほとんど埋もれてしまう。

参考として、図 23 に示す被写体（実際はカラー画像）についての、連続する 3 フィールドにおける積分値 $F_n(y)$ を、図 24 に示す。これは、赤色信号についてのもので、Field: $N+0$ （実線）、Field: $N+1$ （破線）、Field: $N+2$ （点線）は、連続する 3 フィールドにおける第 1、第 2、第 3 フィールドである。図 24 から分かるように、積分値 $F_n(y)$ から直接、フリッカ成分を抽出するの

は不可能と言える。

＜平均値計算および差分計算＞

そこで、図4の例では、積分値 $F_n(y)$ から $\alpha_n(y)$ の影響を取り除くために、連続する3フィールドにおける積分値を用いる。

5 すなわち、この例では、積分値 $F_n(y)$ の算出時、積分値保持ブロック32から、1フィールド前の同じラインの積分値 $F_{n-1}(y)$ 、および2フィールド前の同じラインの積分値 $F_{n-2}(y)$ が読み出され、平均値計算ブロック33で、3つの積分値 $F_n(y)$ 、 $F_{n-1}(y)$ 、 $F_{n-2}(y)$ の平均値 $AVE[F_n(y)]$ が算出される。

10 連続する3フィールドの期間中の被写体をほぼ同一と見なすことができる。被写体の動きが3フィールドの間で十分小さければ、実用上、この仮定は問題ない。さらに、連続する3フィールドにおける積分値の平均値を演算することは、式(3)の関係から、フリッカ成分の位相が $(-2\pi/3) * m$ ずつ順次ずれた信号を加え合わせることになるので、結果的にフリッカ成分が打ち消されることになる。したがって、平均値 $AVE[F_n(y)]$ は、
15 図18Aの式(6)で表される。

ただし、以上は、図18Aの式(7)の近似が成り立つものとして、連続する3フィールドにおける積分値の平均値を算出する場合であるが、
20 被写体の動きが大きい場合には、式(7)の近似が成り立たなくなる。

そのため、被写体の動きが大きい場合を想定したフリッカ低減部25としては、積分値保持ブロック32に3フィールド以上に渡る積分値を保持し、当該のフィールドの積分値 $F_n(y)$ を合わせて4フィールド以上に渡る積分値の平均値を算出すればよい。これによって、時間軸方向のローパスフィルタ作用により、被写体が動いたことによる影響が小さくなる。

25

ただし、フリッカは3フィールドごとの繰り返しとなるので、フリッカ成分を打ち消すには、連続する j (3の、2倍以上の整数倍、すなわち、6, 9...) フィールドにおける積分値の平均値を算出する必要があり、積分値保持ブロック32は、少なくとも $(j-1)$ フィールド分の

5 積分値を保持できる構成とする。

図4の例は、図18Aの式(7)の近似が成り立つものとした場合である。この例では、さらに、差分計算ブロック34で、積分ブロック31からの当該フィールドの積分値 $F_n(y)$ と、積分値保持ブロック32からの1フィールド前の積分値 $F_{n-1}(y)$ との差分が計算され、

10 図18Bの式(8)で表される差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ が算出される。式(8)も、式(7)の近似が成り立つことを前提としている。

図25に、図23に示した被写体についての、連続する3フィールドにおける差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ を示す。これから分かるように、差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ では、被写体の影響が十分除去されるため、図24に示した積分値 $F_n(y)$ に比べてフリッカ成分(フリッカ係数)の様子が明確に現れる。

15

<差分値の正規化>

図4の例では、さらに、正規化ブロック35で、差分計算ブロック34からの差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ が、平均値計算ブロック33からの平均値 $AVE[F_n(y)]$ で除算されることによって正規化され、正規化後の差分値 $g_n(y)$ が算出される。

20

正規化後の差分値 $g_n(y)$ は、図18Aの式(6)と図18Bの(8)および三角関数の和積公式によって、図19Aの式(9)のように展開

25 され、さらに図17Aの式(3)の関係から、図19Bの式(10)で表される。式(10)中の $|A_m|$, θ_m は、式(11a) (11b)

で表される。

差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ は、被写体の信号強度の影響が残るため、領域によってフリッカによる輝度変化および色変化のレベルが異なってしまうが、上記のように正規化することによって、全領域に渡
5 ってフリッカによる輝度変化および色変化を同一レベルに合わせることができる。

図 26 に、図 23 に示した被写体についての、連続する 3 フィールドにおける正規化後の差分値 $g_n(y)$ を示す。

＜スペクトル抽出によるフリッカ成分の推定＞

10 図 19B の式 (11a) (11b) で表される $|A_m|$ 、 θ_m は、正規化後の差分値 $g_n(y)$ の、各次のスペクトルの振幅および初期位相であり、正規化後の差分値 $g_n(y)$ をフーリエ変換して、各次のスペクトルの振幅 $|A_m|$ および初期位相 θ_m を検出すれば、図 20A の式 (12a) (12b) によって、図 17A の式 (2) に示した各次のフリ
15 ッカ成分の振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} を求めることができる。

そこで、図 4 の例では、DFT ブロック 51 において、正規化ブロック 35 からの正規化後の差分値 $g_n(y)$ の、フリッカの 1 波長分 (L ライン分) に相当するデータを、離散フーリエ変換する。

DFT 演算を $DFT[g_n(y)]$ とし、次数 m の DFT 結果を G_n
20 (m) とすれば、DFT 演算は、図 20B の式 (13) で表される。式 (13) 中の W は、式 (14) で表される。また、DFT の定義によって、式 (11a) (11b) と式 (13) との関係は、図 20C の式 (15a) (15b) で表される。

したがって、式 (12a) (12b) (15a) (15b) から、図
25 20D の式 (16a) (16b) によって、各次のフリッカ成分の振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} を求めることができる。

DFT演算のデータ長を、フリッカの1波長分（Lライン分）とするのは、これによって、ちょうど ω_0 の整数倍の離散スペクトル群を直接、得ることができるからである。

5 一般に、デジタル信号処理のフーリエ変換としては、FFT（高速フーリエ変換）が用いられるが、この発明の実施形態では、あえてDFTを用いる。その理由は、フーリエ変換のデータ長が2のべき乗になっていないので、FFTよりDFTの方が都合よいためである。ただし、入出力データを加工してFFTを用いることもできる。

10 実際の蛍光灯照明下では、次数 m を数次までに限定しても、フリッカ成分を十分近似できるので、DFT演算もデータを全て出力する必要はなく、この発明の用途ではFFTに比べて演算効率の点でデメリットはない。

15 DFTブロック51では、まず、式（13）で定義されるDFT演算によって、スペクトルが抽出され、その後、式（16a）（16b）の演算によって、各次のフリッカ成分の振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} が推定される。

図4の例では、さらに、フリッカ生成ブロック53で、DFTブロック51からの γ_m 、 Φ_{mn} の推定値から、図17Aの式（2）で表されるフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ が算出される。

20 ただし、上述したように、実際の蛍光灯照明下では、次数 m を数次までに限定しても、フリッカ成分を十分近似できるので、式（2）によるフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ の算出に当たっては、総和次数を無限大ではなく、あらかじめ定められた次数、例えば2次までに限定することができる。

25 図27に、図23に示した被写体についての、連続する3フィールドにおけるフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を示す。

上記の方法によれば、積分値 $F_n(y)$ ではフリッカ成分が信号成分中に完全に埋もれてしまう、フリッカ成分が微小な黒の背景部分や低照度の部分などの領域でも、差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ を算出し、これを平均値 $AVE[F_n(y)]$ で正規化することによって、フリッカ成分を高精度で検出することができる。

また、適当な次数までのスペクトルからフリッカ成分を推定することは、正規化後の差分値 $g_n(y)$ を完全に再現しないで近似することになるが、これによって、かえって、被写体の状態によって正規化後の差分値 $g_n(y)$ に不連続な部分を生じて、その部分のフリッカ成分を精度良く推定できることになる。

<フリッカ低減のための演算>

図17Aの式(1)から、フリッカ成分を含まない信号成分 $I_n(x, y)$ は、図20Eの式(17)で表される。

そこで、図4の例では、演算ブロック40で、フリッカ生成ブロック53からのフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ に1が加えられ、その和 $[1 + \Gamma_n(y)]$ で入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が除算される。

これによって、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ に含まれるフリッカ成分がほぼ完全に除去され、演算ブロック40からは、出力画像信号（フリッカ低減後のRGB原色信号または輝度信号）として、実質的にフリッカ成分を含まない信号成分 $I_n(x, y)$ が得られる。

なお、システムが有する演算能力の制約から、上記の全ての処理を1フィールドの時間内で完結できない場合には、フリッカが3フィールドごとの繰り返しとなることを利用して、演算ブロック40内にフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を3フィールドに渡って保持する機能を設け、3フィールド後の入力画像信号 $I_n'(x, y)$ に対して、その保持したフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を演算する構成とすればよい。

(飽和領域を考慮した場合の例：図5)

図4の例で、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ のレベルが飽和領域にある場合、演算ブロック40で式(17)の演算を行うと、逆に信号成分(色成分または輝度成分)が変化してしまう。そこで、演算ブロック40は、図5の例のように構成することが望ましい。

図5の例の演算ブロック40は、フリッカ生成ブロック53からのフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ に1を加える加算回路41、その和 $[1 + \Gamma_n(y)]$ で入力画像信号 $I_n'(x, y)$ を除算する除算回路42、入力側のスイッチ43、出力側のスイッチ44、および飽和レベル判定回路45によって構成され、飽和レベル判定回路45で、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ のレベルが飽和領域の閾値レベル以上であるか否かが、画素ごとに判断される。

そして、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ のレベルが飽和領域の閾値レベルに満たないときには、その画素では、飽和レベル判定回路45によってスイッチ43および44が除算回路42側に切り替えられて、上述したように、式(17)の演算結果が出力画像信号として、演算ブロック40から出力される。

これに対して、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ のレベルが飽和領域の閾値レベル以上であるときには、その画素では、飽和レベル判定回路45によってスイッチ43および44が反対側に切り替えられて、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、そのまま出力画像信号として、演算ブロック40から出力される。

したがって、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ のレベルが飽和領域にある場合に、信号成分(色成分または輝度成分)が変化してしまうことなく、高画質の出力画像信号が得られる。

(フリッカ低減方法の第2の例：図6)

図4の例のように、差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ を平均値 $AVE[F_n(y)]$ で正規化すれば、有限の計算精度を効果的に確保することができる。しかし、要求される計算精度を満足できる場合には、積分値 $F_n(y)$ を直接、平均値 $AVE[F_n(y)]$ で正規化してもよい。

図6は、この場合の例を示し、正規化ブロック35で、積分ブロック31からの積分値 $F_n(y)$ が、平均値計算ブロック33からの平均値 $AVE[F_n(y)]$ で除算されることによって正規化され、正規化後の差分値 $g_n(y)$ が算出される。

ただし、この場合の正規化後の差分値 $g_n(y)$ は、図21Aの式(18)で表されるものとなるので、後段の処理を図4の例と同様にするため、減算回路36で、図21Bの式(19)に示すように、式(18)で表される正規化後の差分値 $g_n(y)$ から1を減算し、その結果をDFT(離散フーリエ変換)ブロック51に送出する。

この場合、 $|A_m| = \gamma_m$ 、 $\theta_m = \Phi_{mn}$ であるので、図20Cの式(15a)(15b)から、 γ_m 、 Φ_{mn} は、図21Cの式(20a)(20b)によって求めることができる。

したがって、DFTブロック51では、図4の例では、式(13)で定義されるDFT演算によってスペクトルを抽出した後、式(16a)(16b)の演算によって各次のフリッカ成分の振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} を推定するのに対して、図6の例では、式(13)で定義されるDFT演算によってスペクトルを抽出した後、式(20a)(20b)の演算によって各次のフリッカ成分の振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} を推定する。以後の処理は、図4の例と同じである。

図6の例では、差分計算ブロック34が不要となるので、その分、フリッカ低減部25を簡略化することができる。

この例でも、演算ブロック 40 は、図 5 の例のように構成することが望ましい。

(フリッカ低減方法の第 3 の例：図 7)

図 4 の例で正規化に用いる平均値 $AVE [F_n(y)]$ は、図 18 A
5 の式 (7) の近似が成り立つ場合には、式 (6) で表されるように $\alpha_n(y)$ に等しいとともに、図 17 B の式 (4) の第 2 項 $[\alpha_n(y) * \Gamma_n(y)]$ は、第 1 項の $\alpha_n(y)$ に比べて十分小さいので、正規化に及ぼす第 2 項の影響は非常に小さい。

したがって、正規化については、平均値 $AVE [F_n(y)]$ の代わ
10 りに積分値 $F_n(y)$ を用いても、ほとんど問題がなく、平均値 $AVE [F_n(y)]$ を用いる場合と同様に、効果的にフリッカ成分を検出することができる。

そこで、図 7 の例では、正規化ブロック 35 で、差分計算ブロック 34 からの差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ を、積分ブロック 31 から
15 の積分値 $F_n(y)$ で除算することによって正規化する。以後の処理は、図 4 の例と同じである。

図 7 の例では、積分値保持ブロック 32 は 1 フィールド分の積分値を保持できればよいとともに、平均値計算ブロック 33 を必要としないので、フリッカ低減部 25 を簡略化することができる。

20 この例でも、演算ブロック 40 は、図 5 の例のように構成することが望ましい。

(非蛍光灯照明下では別の処理を行う場合の例：図 8 および図 9)

非蛍光灯照明下（蛍光灯ではない照明環境）で撮影する場合、上述したフリッカ低減処理を行っても、特別の不具合を生じないが、この場合、
25 本来不要な処理を行うことになるので、たとえフリッカ成分が十分小さくても、画質への影響が懸念される。

そのため、非蛍光灯照明下で撮影する場合には、フリッカ低減処理が実行されず、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、そのまま出力画像信号としてフリッカ低減部 25 から出力されるように、フリッカ低減部 25 を構成することが望ましい。

5 図 8 は、そのようにフリッカ低減部 25 を構成した場合の一例を示す。正規化積分値算出ブロック 30 は、図 4、図 6 または図 7 の例のように構成される。図 4 および図 7 の例では、積分値 $F_n(y)$ ではなく、差分値 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ が正規化されるが、便宜上、正規化積分値算出ブロックと称する。

10 図 8 の例では、DFT ブロック 51 とフリッカ生成ブロック 53 との間に、蛍光灯照明下判定ブロック 52 が設けられる。

DFT ブロック 51 で推定され、算出される各次の成分のレベル（振幅） γ_m は、蛍光灯照明下では、図 22A に示すように、 $m=1$ の成分のレベルが、ある閾値 T_h より十分大きく、 m が大きくなるにつれて急
15 激にレベルが小さくなるのに対して、非蛍光灯照明下では、図 22B に示すように、各次の成分のレベルが閾値 T_h 以下となる。

非蛍光灯照明下では、スペクトルがゼロになるのが理想であるが、実際上は、被写体が動くために、連続する複数フィールドの信号から生成される正規化後の差分値 $g_n(y)$ または積分値 $g_n(y) - 1$ に、周
20 波数成分を僅かに含むことは避けられない。

そこで、蛍光灯照明下判定ブロック 52 では、例えば、 $m=1$ の成分のレベルが閾値 T_h を超えるか否かを判断し、閾値 T_h を超える場合には、蛍光灯照明下であると判定して、DFT ブロック 51 からの γ_m 、 Φ_{mn} の推定値を、そのままフリッカ生成ブロック 53 に出力する。し
25 たがって、この場合には、上述したようにフリッカ低減処理が実行される。

一方、 $m = 1$ の成分のレベルが閾値 T_h 以下である場合には、蛍光灯照明下判定ブロック 52 は、非蛍光灯照明下であると判定して、次数 m の全てにつき、 γ_m の推定値をゼロにする。したがって、この場合には、フリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ もゼロとなり、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、そのまま出力画像信号として演算ブロック 40 から出力される。

図 9 は別の例を示す。この例では、蛍光灯照明下判定ブロック 52 は、図 8 の例と同様に蛍光灯照明下であるか否かを判定するが、非蛍光灯照明下であると判定した場合には、検出フラグ $COMP_OFF$ をセットして、フリッカ生成ブロック 53 および演算ブロック 40 での処理を停止させ、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ を、そのまま出力画像信号として演算ブロック 40 から出力させる。蛍光灯照明下である場合には、検出フラグ $COMP_OFF$ がリセットされ、上述したようにフリッカ低減処理が実行される。

図 9 の例では、非蛍光灯照明下で撮影する場合、画質への影響を無くすことができるだけでなく、消費電力を削減することができる。

(撮影者の操作や動作によって被写体が大きく変化する場合：図 10)
ズームング、パンニング、チルティングなどのカメラ操作によって、または撮影者の手ぶれによって、被写体が短時間で大きく変化する場合があります。この場合、図 18A の式 (7) の仮定が成り立たなくなるので、結果的にフリッカ検出精度が悪化する。

そこで、このように撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合を考慮して、撮像装置は、例えば、図 10 の例のように構成する。

図 10 の例では、フリッカ低減部 25 としては、図 4、図 6 または図 7 の例において、フリッカ生成ブロック 53 と演算ブロック 40 との間に、スイッチ 55、56 およびフリッカ保持ブロック 57 が設けられ、

システムコントローラ 14 から出力される後述の検出フラグ DET__OFF が、スイッチ 55 および 56 に切り替え信号として供給される。

フリッカ保持ブロック 57 は、3 フィールド分のフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を保持できるものとされ、1 フィールド分の処理が終了するごと
5 にフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を次のフィールド用に格納するとともに、3 フィールドごとの繰り返しで読み出し出力が切り替えられるようにされる。

撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合には、これがシステムコントローラ 14 によって検出される。

10 例えば、撮影者が操作部 18a のズームキーを押すと、それがインタフェース 19 を介してシステムコントローラ 14 によって検知される。システムコントローラ 14 は、これによって、望遠や広角の操作など、撮影者のズーム操作に応じて、レンズの駆動を制御する。また、撮影者の手ぶれは、手ぶれセンサ 17 によって検知され、システムコントローラ 14 に手ぶれ情報が送られる。システムコントローラ 14 は、その手ぶれ情報をもとに、手ぶれ補正を制御する。パンニングやチルティングも、システムコントローラ 14 によって検知され、システムコントローラ 14 は、パンニング中は手ぶれ補正を弱めるなどの制御を行う。このような検出制御は、一般にカメラで行われていることと変わらない。

20 さらに、図 10 の例では、システムコントローラ 14 は、被写体が短時間で大きく変化するような撮影者の操作または動作を検出した場合には、検出フラグ DET__OFF をセットし、そのような操作または動作がなされない場合には、検出フラグ DET__OFF をリセットする。

そして、被写体が短時間で大きく変化しない通常の状態では、検出フラグ DET__OFF がリセットされることによって、フリッカ低減部 25
5 では、スイッチ 55 がフリッカ生成ブロック 53 側に切り替えられて、

フリッカ生成ブロック 53 からの、そのときのフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ が演算ブロック 40 に供給され、フリッカ低減処理が実行されるとともに、スイッチ 56 がオンにされて、そのときのフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ がフリッカ保持ブロック 57 に格納される。

- 5 一方、撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合には、検出フラグ DET_OFF がセットされることによって、フリッカ低減部 25 では、スイッチ 55 がフリッカ保持ブロック 57 側に切り替えられ、フリッカ生成ブロック 53 からの、そのときの検出精度の悪いフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ に代えて、フリッカ保持ブロック 57
- 10 から読み出された、被写体が短時間で大きく変化する操作または動作がなされる直前の、検出精度の良いフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ が、演算ブロック 40 に供給され、フリッカ低減処理が実行されるとともに、スイッチ 56 がオフにされて、そのときの検出精度の悪いフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ がフリッカ保持ブロック 57 に格納されるのが防止される。

- 15 したがって、この例では、撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合にも、フリッカ検出精度が良くなり、フリッカが確実に十分に低減される。

- さらに、この例では、検出フラグ DET_OFF が、正規化積分値算出ブロック 30、DFT ブロック 51 およびフリッカ生成ブロック 53
- 20 にも送出され、撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合には、検出フラグ DET_OFF がセットされることによって、正規化積分値算出ブロック 30、DFT ブロック 51 およびフリッカ生成ブロック 53 での処理が停止される。したがって、この例では、消費電力を削減することもできる。

- 25 なお、この例は、フリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を直前の信号にすぐ替える場合であるが、より前段の信号、例えば積分値 $F_n(y)$ を、直前の信

号にすげ替えるように構成してもよい。

(撮影状況によっては別の処理を行う場合の例：図 1 1 および図 1 2)

以下に示すように、撮影状況によってはフリッカ低減処理が不要となる場合がある。この場合、画質への影響を考慮すると、上述した非蛍光灯照明下で撮影する場合と同様に、本来不要なフリッカ低減処理は行わない方が望ましい。

フリッカ低減処理が不要な撮影状況としては、第 1 に、動画と静止画の両方を撮影できるビデオカメラやデジタルスチルカメラで静止画を撮影する場合が挙げられる。

10 この場合、CMOS 撮像素子などの XY アドレス走査型の撮像素子を用いたカメラでも、1 画面内の全ての画素の露光タイミング（露光開始および露光終了のタイミング）を同一にすることができ、蛍光灯フリッカの発生を回避することができる。撮像素子からの読み出しは、動画を撮影する場合のようなフレームレートの制約がないので、機械的なシャッタを閉じて遮光した状態で、ゆっくり行うことができる。

そして、このように 1 画面内の全ての画素の露光タイミングを同一にして静止画を撮影する場合であるか否かについては、図 1 の実施形態では、操作部 1 8 a でのカメラ操作に基づいて、システムコントローラ 1 4 において検出することができる。

20 フリッカ低減処理が不要な撮影状況としては、第 2 に、屋外の太陽光のもとなどで撮影する場合や、露光量の調整などによって露光時間（電子シャッタ時間）を蛍光灯の輝度変化の周期（1 / 1 0 0 秒）の整数倍に設定する場合が挙げられる。

蛍光灯照明下であるか否かは、図 8 および図 9 の例に示したように、25 DFT ブロック 5 1 で抽出されたスペクトルのレベルから検出することができるが、ここで、屋外の太陽光のもとなどで撮影する場合というの

は、同じ非蛍光灯照明下でも、被写体の光量などからシステムコントローラ 14 において、非蛍光灯照明下であることを直接検出できる場合である。

また、上述したように、CMOS 撮像素子などのXYアドレス走査型の撮像素子を用いたカメラでも、露光時間を蛍光灯の輝度変化の周期(1/100 秒)の整数倍に設定したときには、画面内フリッカを含む蛍光灯フリッカを生じない。そして、露光量の調整などによって露光時間が蛍光灯の輝度変化の周期の整数倍に設定されたか否かは、システムコントローラ 14 において直接検出することができる。

そこで、このようにシステムコントローラ 14 によってフリッカ低減処理が不要な撮影状況であると判断された場合には、フリッカ低減処理が実行されず、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、そのまま出力画像信号としてフリッカ低減部 25 から出力されるように、システムを構成する。

図 11 は、そのようにシステムを構成した場合の一例を示す。この例では、フリッカ低減部 25 において、DFT ブロック 51 とフリッカ生成ブロック 53 との間にゼロ化ブロック 59 が設けられ、システムコントローラ 14 からのフリッカ低減オンオフ制御信号によって、ゼロ化ブロック 59 が制御される。

そして、システムコントローラ 14 においてフリッカ低減処理が必要と判断された場合には、フリッカ低減オンオフ制御信号がオン状態とされ、ゼロ化ブロック 59 は、DFT ブロック 51 からの γ_m, Φ_{mn} の推定値を、そのままフリッカ生成ブロック 53 に出力する。したがって、この場合には、上述したようにフリッカ低減処理が実行される。

一方、システムコントローラ 14 においてフリッカ低減処理が不要と判断された場合には、フリッカ低減オンオフ制御信号がオフ状態とされ、

ゼロ化ブロック 59 は、次数 m の全てにつき、 γ_m の推定値をゼロにする。したがって、この場合には、フリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ もゼロとなり、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、そのまま出力画像信号として演算ブロック 40 から出力される。

5 図 12 は別の例を示す。この例では、フリッカ低減部 25 の演算ブロック 40 が、図 5 の例に示した加算回路 41、除算回路 42 およびスイッチ 43、44 を有し、飽和レベル判定回路 45 を有しないものとして構成され、システムコントローラ 14 からのフリッカ低減オンオフ制御信号によって、スイッチ 43 および 44 が切り替えられる。

10 そして、システムコントローラ 14 においてフリッカ低減処理が必要と判断された場合には、スイッチ 43 および 44 が除算回路 42 側に切り替えられて、上述したように、式 (17) の演算結果が出力画像信号として、演算ブロック 40 から出力される。

一方、システムコントローラ 14 においてフリッカ低減処理が不要と
15 判断された場合には、スイッチ 43 および 44 が反対側に切り替えられて、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ が、そのまま出力画像信号として、演算ブロック 40 から出力される。

さらに、図 12 の例では、フリッカ低減オンオフ制御信号が、正規化積分値算出ブロック 30、DFT ブロック 51 およびフリッカ生成ブロック 53 にも送出され、システムコントローラ 14 においてフリッカ低減処理が不要と判断された場合には、正規化積分値算出ブロック 30、
20 DFT ブロック 51 およびフリッカ生成ブロック 53 での処理が停止される。したがって、この例では、消費電力を削減することもできる。

(検出されたフリッカ成分を調整する場合の例：図 13～図 15)

25 上述した各例の方法によれば、蛍光灯フリッカが定常的・安定的に発生している状態では、入力画像信号からフリッカ成分を確実に効果的

に低減することができる。

しかし、上述した各例の方法では、フリッカ成分の検出に当たって、複数フィールド間の平均演算または差分演算を行うため、蛍光灯のスイッチをオンまたはオフにした瞬間や、蛍光灯照明下の部屋に入室し、または蛍光灯照明下の部屋から退出した時など、遷移的な非安定状態では、フリッカ成分を正確に検出することができない。そのため、このような状態のときに得られたフリッカ成分によってフリッカ低減処理を実行すると、入力画像信号に対して望ましくない補正が行われてしまうことがある。

また、上述した各例の方法では、水平方向の被写体移動、またはパンニングやズーミングなどのカメラ操作や撮影者の手ぶれによって発生する水平方向の画角変化については、確実かつ安定的にフリッカを低減することができるが、垂直方向の被写体移動、またはチルティングやズーミングなどのカメラ操作や撮影者の手ぶれによって発生する垂直方向の画角変化については、フリッカ低減性能が若干低くなる。

この問題は、図 10 に示した方法によって解決することができる。しかし、この方法では、被写体が短時間で大きく変化しない通常の安定状態と、撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化する場合との間で、フリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ が切り替えられるので、撮影者は違和感を抱くことがある。

また、通常の安定状態でも、外乱を抑えることはできないが、図 10 に示した方法では、追従性が速いため、外乱に直接反応し、かえってフリッカ低減の誤差を生じてしまうことがある。

外乱の影響を少なくするには、フリッカ成分を推定する処理の過程で、LPF（ローパスフィルタ）によるフィルタリングを行い、かつ、その時定数を長くして、フリッカ推定の追従性を遅くすればよい。

しかし、このように追従性を遅くすると、上述した状態遷移時の追従性まで遅くなってしまい、蛍光灯のスイッチをオンにした瞬間や、蛍光灯照明下の部屋に入室した時のように、フリッカ低減処理が必要であるにもかかわらず、なかなか処理が実行されないという問題や、蛍光灯の
5 スwitchをオフにした瞬間や、蛍光灯照明下の部屋から退出した時のように、フリッカ低減処理が不要であるにもかかわらず、処理が続行されてしまうという問題を生じる。

そのほか、検出されたフリッカ成分を、そのまま入力映像信号と演算する代わりに、必要に応じて、検出されたフリッカ成分を、その振幅や
10 位相を調整した上で、入力映像信号と演算することによって、様々な場面で、よりフレキシブルかつ適切なフリッカ低減を行うことができる。

そこで、以下の例は、フリッカ低減に係るパラメータである、推定されたフリッカ成分の振幅および位相を調整する場合である。

図 1 3 に、この例の基本的な構成を示す。この例では、上述したフリ
15 ッカ低減部 2 5 の D F T ブロック 5 1 から得られる、推定されたフリッカ成分の振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} のデータを、システムコントローラ 1 4 に取り込んで、システムコントローラ 1 4 内のパラメータ制御部 1 4 a で、後述のように調整し、その調整後の振幅 γ_m' および初期位相 Φ_{mn}' のデータを、フリッカ低減部 2 5 のフリッカ生成ブロック
20 5 3 に入力する。

フリッカ生成ブロック 5 3 では、D F T ブロック 5 1 から得られる振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} に代えて、この調整後の振幅 γ_m' および初期位相 Φ_{mn}' から、図 1 7 A の式 (2) で表されるフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ が算出される。すなわち、この例では、図 1 7 A の式 (2) 中
25 の γ_m および Φ_{mn} は、 γ_m' および Φ_{mn}' で置き換えられる。

なお、図 1 3 は、フリッカ低減部 2 5 の正規化積分値算出ブロック 3

0 を、図 4 に示した構成とする場合であるが、正規化積分値算出ブロック 30 は、図 6 または図 7 に示した構成としてもよい。

< 第 1 の具体例：図 14 >

図 14 は、この場合の第 1 の具体例を示す。

5 パラメータ制御部 14a の入力信号となる振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} のデータは、実際上は 1 フィールド当たり m 系統あるが、ここでは 1 系統にまとめて示す。パラメータ制御部 14a の出力信号となる振幅 γ_m' および初期位相 Φ_{mn}' のデータについても、同様である。

この例では、DFT ブロック 51 からの振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn}
10 n のデータが、それぞれデジタル LPF (ローパスフィルタ) 61 および 62 に供給され、デジタル LPF 61 の出力データが、ゲイン調整回路 (乗算回路) 63 に供給され、ゲイン調整回路 63 の出力データが、調整後の振幅 γ_m' のデータとして、フリッカ生成ブロック 53 に入力
15 されるとともに、デジタル LPF 62 の出力データが、調整後の初期位相 Φ_{mn}' のデータとして、フリッカ生成ブロック 53 に入力される。

デジタル LPF 61 の時定数 T_a 、およびデジタル LPF 62 の時定数 T_p は、時定数設定ブロック 65 によって設定される。ゲイン調整回路 63 でのゲイン (乗算係数) K_a は、ゲイン設定ブロック 66 によって設定される。

20 デジタル LPF 61 および 62 としては、時定数を一定範囲内で任意かつ連続的に変えることができるものが望ましいが、目的の時定数を設定できない場合には、それに近い時定数を設定できるものとすればよい。また、一つの LPF で時定数を連続的に変えることができない場合には、内部に別個の時定数を有する複数の LPF を用意し、これに時定数 T_a ,
25 T_p として制御コードを与えることによって、その複数の LPF から一つの LPF が選択されるように構成することができる。

また、フリッカ発生時の初期位相 Φ_{mn} は、周期的に変動する。例えば、商用交流電源周波数が 50 Hz、カメラの垂直同期周波数が 60 Hz の場合には、初期位相 Φ_{mn} は、3 フィールドごとに同じ値になり、直前のフィールドとの間では、図 17 A の式 (3) で表される差 (違い) を生じる。

そのため、デジタル LPF 62 は、この初期位相 Φ_{mn} の変動を考慮して、同じ位相のデータに対して一つの LPF を構成する必要がある。すなわち、上記の例のように初期位相 Φ_{mn} の変動の周期が 3 フィールドである場合には、デジタル LPF 62 として 3 つの LPF を設け、初期位相 Φ_{mn} のデータを、これら 3 つの LPF に振り分けて入力する。

さらに、振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} のデータと、システムコントローラ 14 内で得られる AE (自動露出) 制御情報および AWB (オートホワイトバランス) 制御情報とが、状態検出ブロック 68 に入力される。AE 制御情報は、具体的には、画面の明るさの情報であり、AWB 制御情報は、具体的には、色温度や蛍光灯照明下であるか否かを示す情報である。

そして、状態検出ブロック 68 において、これら入力情報から、後述のように、現在の撮影環境が蛍光灯照明下であるか否か、あるいは、蛍光灯のスイッチがオンまたはオフにされるなど、非蛍光灯照明下から蛍光灯照明下への遷移状態、または蛍光灯照明下から非蛍光灯照明下への遷移状態にあるか否かなどの、蛍光灯フリッカの発生に影響する撮影状況が検出され、その検出結果に応じて制御モードが決定される。

その決定された制御モードが、制御モード呈示信号によって、時定数設定ブロック 65 およびゲイン設定ブロック 66 に呈示され、これを受けて、時定数設定ブロック 65 は、デジタル LPF 61 および 62 の時定数 T_a および T_p を設定し、ゲイン設定ブロック 66 は、ゲイン調整

回路 6 3 でのゲイン K_a を設定する。

図 1 6 に、状態検出ブロック 6 8 での上述した状態検出の判断基準の例を示す。まず、蛍光灯照明下でフリッカが定常的・安定的に発生している場合には、推定されたフリッカ成分の振幅 γ_m は、ほぼ一定値となり、初期位相 Φ_{mn} は、一定周期（商用交流電源周波数が 50 Hz、カメラの垂直同期周波数が 60 Hz の場合には、3 フィールド）ごとにほぼ同じ値になる。

したがって、これら情報から、蛍光灯照明下でフリッカが定常的・安定的に発生している状態であることを十分判断することができる。

10 そのほか、蛍光灯照明下では、画面の明るさがほぼ一定周期で変動するので、そのことを示す AE 制御の明るさ情報から、蛍光灯照明下であることを十分判断することができる。

また、通常、AWB 制御では、検波された色情報から光源を推定し、光源が蛍光灯であるか否かを判断しているので、その AWB 制御の光源推定情報から、蛍光灯照明下であることを判断することもできる。

この例では、過去の複数フィールドに渡る以上の情報を総合的に判断することによって、検出の精度を高める。

そして、状態検出ブロック 6 8 は、このように蛍光灯照明下でフリッカが定常的・安定的に発生している状態と判断した場合には、制御モードを後述のモード A に設定する。

一方、非蛍光灯照明下で定常的にフリッカが発生していない場合には、推定されたフリッカ成分の振幅 γ_m は、ノイズ成分のみで、ゼロ付近でランダムに変動し、初期位相 Φ_{mn} は、ノイズによってランダムに変動する。

25 したがって、これら情報から、非蛍光灯照明下でフリッカ低減処理が不要な状態であることを十分判断することができる。

そのほか、非蛍光灯照明下では、画面の明るさの変動に周期性がないので、そのことを示すA E制御の明るさ情報から、非蛍光灯照明下であることを十分判断することができる。また、上述したA W B制御の光源推定情報から、非蛍光灯照明下であることを判断することもできる。

- 5 この例では、過去の複数フィールドに渡る以上の情報を総合的に判断することによって、検出の精度を高める。

そして、状態検出ブロック6 8は、このように非蛍光灯照明下で定常的にフリッカが発生していない（フリッカ低減処理が不要な）状態と判断した場合には、制御モードを後述のモードBに設定する。

- 10 状態検出ブロック6 8で決定された制御モードに応じて、具体的に、時定数設定ブロック6 5およびゲイン設定ブロック6 6で、デジタルL P F 6 1, 6 2の時定数 T_a , T_p およびゲイン調整回路6 3でのゲイン K_a として、いかなる値を設定すべきかについては、システムの構成やシステムに対する要求に応じて、以下のように決定する。

- 15 まず、デジタルL P F 6 1の時定数 T_a については、上述したように、推定されたフリッカ成分の振幅 γ_m は、ゼロ付近か否かの違いはあるものの、モードA（蛍光灯照明下でフリッカが定常的・安定的に発生している状態）でも、モードB（非蛍光灯照明下で定常的にフリッカが発生していない状態）でも、ほぼ一定値となる。ほぼ一定値とならないのは、
20 外乱がある場合である。

- そこで、外乱に対して強い、よりロバストなシステムとするには、デジタルL P F 6 1の時定数 T_a を長く設定するのが望ましい。しかし、制御モードが、モードAからモードBに、またはモードBからモードAに、遷移する場合を考えると、遷移時には追従性が速い方が良く、デジ
25 タルL P F 6 1の時定数 T_a は短めに設定すべきである。

すなわち、振幅 γ_m については、2つの相反する要求を同時に満足す

る必要がある。しかし、図4、図6または図7に示したような、この発明の方法の基本的な方法は、もともと外乱に対して強いアルゴリズムである。

したがって、実際には、後者の追従性を重視して、時定数 T_a を短めに設定する。もちろん、モードAまたはモードBのような定常状態では時定数 T_a が長くなり、モードAからモードBへの遷移時またはモードBからモードAへの遷移時には時定数 T_a が短くなるように、時定数 T_a を動的に制御できれば、最も好適である。

一方、デジタルLPF62の時定数 T_p については、モードA（蛍光灯照明下でフリッカが定常的・安定的に発生している状態）では、図16に示したように、フリッカ発生の原理によって、初期位相 Φ_{mn} は一定周期ごとにほぼ同じ値となるので、外乱に対して強くなるように、時定数 T_p を十分長く設定すべきである。

これに対して、モードB（非蛍光灯照明下で定常的にフリッカが発生していない状態）では、初期位相 Φ_{mn} はランダムな値を取り続けるので、時定数 T_p を長く設定することによる効果は特に無い。具体的に、モードBでは、後述のゲイン調整の効果によって、時定数 T_p は任意の値に設定することができる。

なお、モードAとモードBの間で時定数 T_a または T_p を切り替えるように構成してもよい。

ゲイン調整回路63でのゲイン K_a については、モードA（蛍光灯照明下でフリッカが定常的・安定的に発生している状態）では、図16に示すように振幅 γ_m がほぼ一定値となるので、基本的にゲイン K_a を1に設定すればよい。

ただし、ゲイン K_a は、振幅 γ_m の補正率を決定するものであり（ $K_a = 1$ に設定すると、入力100%を出力し、補正率はゼロ）、ゲイ

ン K_a を変えることによって、振幅 γ_m の補正率を直接制御することができる。

そして、実際の撮影環境では、あえて振幅を大きくしたい場合や、小さくしたい場合があるので、ゲイン K_a は、1 に限らず、1 より大きい
5 値、または 1 より小さい値に設定できるように、システムを構成してもよい。

一方、モード B（非蛍光灯照明下で定常的にフリッカが発生していない状態）では、振幅 γ_m はノイズによってゼロ付近のランダムな値となる。そして本来、モード B ではフリッカ低減処理を行う必要がないので、
10 モード B では、ゲイン K_a をゼロに設定して、不必要な処理がなされないようにする。

以上は、モード A またはモード B という安定状態（フリッカが定常的に発生している状態、または定常的に発生していない状態）の場合であるが、状態検出ブロック 68 で検出されるモードがモード A からモード
15 B に変化したときには、撮影環境が蛍光灯照明下から非蛍光灯照明下に遷移した可能性が高く、状態検出ブロック 68 で検出されるモードがモード B からモード A に変化したときには、撮影環境が非蛍光灯照明下から蛍光灯照明下に遷移した可能性が高い。

そして、図 4、図 6 または図 7 に示したような、この発明の方法の基本的な方法では、複数フィールド間の平均演算または差分演算によって
20 フリッカ成分を抽出するので、このような遷移時には、平均演算または差分演算に用いられる各信号列の一部にはフリッカ成分を含み、他の一部にはフリッカ成分を含まない状態となる。

その結果、平均演算または差分演算によって得られるフリッカ成分に
25 誤差を生じ、検出される振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} にも誤差が発生する。そして、このような誤差を含む振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} か

らフリッカ係数 $\Gamma_n(y)$ を算出すると、当然ながら、出力画像信号に悪影響を及ぼす。

この問題を軽減するため、ゲイン設定ブロック 66 では、制御モードの遷移状態を検出し、遷移状態に応じてゲイン K_a の値を制御する。

- 5 具体的に、制御モードがモード A からモード B に遷移した場合、遷移開始時点で既に振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} の信頼性が落ちているので、遷移後、直ちにゲイン K_a を 1 からゼロに切り替えて、フリッカ生成ブロック 53 および演算ブロック 40 でのフリッカ低減処理を停止し、
10 またはゲイン K_a を徐々に小さくして、フリッカ生成ブロック 53 および演算ブロック 40 でのフリッカ低減処理をスムーズに停止する。

- 逆制御モードがモード B からモード A に遷移した場合、遷移開始時点では未だ振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} の信頼性が低いので、振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} の信頼性が十分高くなるまで待ってから、ゲイン K_a をゼロから 1 に切り替えて、フリッカ生成ブロック 53 および演算
15 ブロック 40 でのフリッカ低減処理を実行し、またはゲイン K_a を徐々に大きくして、フリッカ生成ブロック 53 および演算ブロック 40 でのフリッカ低減処理をスムーズに実行する。

< 第 2 の具体例：図 15 >

図 15 は、第 2 の具体例を示す。

- 20 この例は、図 14 に示した例に対して、記憶部 71 ~ 74、スイッチ 75 ~ 78 および状態検出ブロック 69 を付加したものである。

- 記憶部 71 は、振幅 γ_m のデータを記憶し、記憶部 72 は、初期位相 Φ_{mn} のデータを記憶し、記憶部 73 は、ゲイン調整回路 63 の出力データを記憶し、記憶部 74 は、デジタル LPF 62 の出力データを記憶
25 するものであり、スイッチ 75 ~ 78 は、それぞれ、状態検出ブロック 69 の検出結果に応じて、記憶部 71 ~ 74 の入力データと出力データ

のいずれかを選択するものであり、スイッチ 7 5 の出力データが、デジタル L P F 6 1 に供給され、スイッチ 7 6 の出力データが、デジタル L P F 6 2 に供給され、スイッチ 7 7 の出力データが、振幅 γ_m' のデータとしてフリッカ生成ブロック 5 3 に入力され、スイッチ 7 8 の出力データが、初期位相 Φ_{mn}' のデータとしてフリッカ生成ブロック 5 3 に入力される。

状態検出ブロック 6 9 には、ズーミング情報および手ぶれ情報が入力される。状態検出ブロック 6 9 は、ズーミング情報からは、ズーミングによって大きな画角変化を生じているか否かを判断し、手ぶれ情報からは、パンニングやチルティング、または大振幅の手ぶれなどによって大きな画角変化を生じているか否かを判断する。

そして、大きな画角変化を生じていないと判断した場合には、状態検出ブロック 6 9 は、スイッチ 7 5 ~ 7 8 を、それぞれ記憶部 7 1 ~ 7 4 ではない側に切り替える。すなわち、通常は、図 1 4 の例と同様に、フリッカ低減処理が実行される。

一方、大きな画角変化を生じていると判断した場合には、状態検出ブロック 6 9 は、スイッチ 7 5 ~ 7 8 を、それぞれ記憶部 7 1 ~ 7 4 側に切り替える。

すなわち、大きな画角変化を生じている状態では、振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} の信頼性が落ちるので、過去に求められて記憶部 7 3 および 7 4 に記憶されている振幅データおよび初期位相データが、振幅 γ_m' および初期位相 Φ_{mn}' としてフリッカ生成ブロック 5 3 に入力される。

図 1 6 に示すように、モード A (蛍光灯照明下でフリッカが定常的・安定的に発生している状態) では、振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} が安定しているので、過去の値を用いても何ら問題はなく、むしろ過去の値

を積極的に利用すべきである。

ただし、画角変化中にデジタルLPF 6 1および6 2に信頼性の低いデータが入力され続けると、次にスイッチ7 7および7 8が記憶部7 3および7 4ではない側に切り替えられた直後の振幅 γ_m' および初期位相 Φ_{mn}' は、誤差を含んだものとなる。

これを防止するため、大きな画角変化を生じている状態では、状態検出ブロック6 9は、スイッチ7 7および7 8を記憶部7 3および7 4側に切り替えるだけでなく、スイッチ7 5および7 6を記憶部7 1および7 2側に切り替えて、そのときの信頼性の低いデータが、デジタルLPF 6 1および6 2に入力されずに、記憶部7 1および7 2に記憶されている、大きな画角変化を生じる前の信頼性の高いデータが、デジタルLPF 6 1および6 2に入力されるように制御する。

なお、ズーミング情報や手ぶれ情報に限らず、別途、振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} の信頼性を判定して、その判定結果の信頼性レベル情報を、状態検出ブロック6 9の入力情報とし、信頼性レベル情報が振幅 γ_m および初期位相 Φ_{mn} の信頼性が低いことを示す場合には、上記のようにスイッチ7 5～7 8が記憶部7 1～7 4側に切り替えられることによって、過去の信頼性の高いデータが用いられるように構成することもできる。

<効果>

以上の例によれば、蛍光灯照明下や非蛍光灯照明下の定常状態では外乱の影響をより受けにくく、それでいて遷移時の応答性・追従性の良い処理を実現することができる。また、状態遷移時や画角変化時、またはフリッカ検出パラメータの信頼性が低い場合などにも、スムーズに、かつ違和感なく、適切な処理を行うことができる。

〔他の実施形態〕

(積分について)

上述した各例は、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ を 1 ライン分に渡って積分する場合であるが、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ の積分は、絵柄の影響を少なくしてフリッカ成分のサンプリング値を得るためである
5 ので、1 ラインに限らず、複数ラインの時間に渡って行ってもよい。上述したように画面上では縞模様として現れる蛍光灯フリッカ（画面内フリッカ）の 1 周期は $L (= M * 60 / 100)$ ラインに相当するので、その 1 周期、すなわち L ラインで、少なくとも 2 つのサンプリング値を得るようにすれば、いわゆるサンプリングの定理から、フリッカ成分を
10 検出することができる。

実際上は、画面内フリッカの 1 周期、すなわち L ラインで、数個以上ないし 10 個以上のサンプリング値を得ることが望ましいが、その場合でも、入力画像信号 $I_n'(x, y)$ を水平周期の数倍以上ないし 10 倍以上の時間に渡って積分することができる。また、積分時間は、2.
15 5 水平周期などというように、水平周期のちょうど整数倍でなくてもよい。

そして、このように積分時間を長くし、単位時間当たりのサンプリング数を減らす場合には、DFT ブロック 51 における DFT 演算の負担を軽くすることができるとともに、被写体が画面垂直方向に動いた場合
20 に、その影響を少なくすることができる。

(その他について)

図 2 のような原色系システムの場合、図 2 のようにフリッカ低減部 25 R, 25 G, 25 B によって RGB 各色の原色信号ごとにフリッカ成分を検出し、低減する代わりに、例えば、合成マトリクス回路 29 の輝度信号 Y の出力側に、上述した例のようなフリッカ低減部 25 を設けて、
25 輝度信号 Y 中のフリッカ成分を検出し、低減するように構成してもよい。

また、上述した実施形態は、フリッカ低減部 25 を含むデジタル信号処理部 20 をハードウェアによって構成する場合であるが、フリッカ低減部 25 またはデジタル信号処理部 20 の一部または全部をソフトウェアによって構成してもよい。

- 5 また、上述した実施形態は、垂直同期周波数が 60 Hz (1 フィールド周期が 1/60 秒) の場合であるが、この発明は、例えば、デジタルカメラなど、プログレッシブ方式のカメラで、垂直同期周波数が 30 Hz (1 フレーム周期が 1/30 秒) の場合にも適用することができる。この場合は、3 フレーム周期 (1/10 秒) が蛍光灯の発光周期 (1/100 秒) の整数倍となる (フリッカの縞模様は 3 フレームで 10 波長分となる) ので、上述した実施形態のフィールドをフレームに置き換えればよい。
- 10

さらに、この発明は、CMOS 撮像素子以外の XY アドレス走査型の撮像素子を用いる場合にも適用することができる。

15

産業上の利用可能性

- 上述したように、この発明によれば、受光素子などを用いることなく、簡単な信号処理のみによって、CMOS 撮像素子などの XY アドレス走査型の撮像素子に固有の蛍光灯フリッカを、被写体や映像信号レベルおよび蛍光灯の種類などにかかわらず、高精度で検出し、確実に十分に低減することができる。
- 20

特に、RGB 各色の原色信号につき、この発明のフリッカ低減方法を用いる場合には、明暗フリッカだけでなく色フリッカをも、高精度で検出し、確実に十分に低減することができる。

- 25 また、信号レベルが飽和領域にあるときにはフリッカ低減の演算を行わないようにする場合には、フリッカ低減の演算を行うことによって逆

に信号成分が変化してしまうことを防止することができる。

また、非蛍光灯照明下であるときにはフリッカ低減の演算を行わないようにする場合には、フリッカ低減の演算を行うことによる画質への影響を防止することができる。

- 5 さらに、撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化するときには、直前に推定したフリッカ成分、または直前の信号に基づいて推定したフリッカ成分を演算する場合には、被写体が短時間で大きく変化することによるフリッカ検出精度の悪化を防止することができる。
- 10 さらに、静止画を撮影するときなどのようにフリッカ低減処理が不要な撮影状況であるときにはフリッカ低減の演算を行わないようにする場合には、フリッカ低減の演算を行うことによる画質への影響を防止することができる。

- 15 さらに、推定したフリッカ成分を調整し、その調整後のフリッカ成分を入力画像信号と演算する場合には、蛍光灯照明下や非蛍光灯照明下の定常状態では外乱の影響をより受けにくく、それでいて遷移時の応答性・追従性の良い処理を実現することができるとともに、状態遷移時や画角変化時、またはフリッカ検出パラメータの信頼性が低い場合などにも、スムーズに、かつ違和感なく、適切な処理を行うことができる。

請 求 の 範 囲

1. 蛍光灯照明下でX Yアドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる映像信号または輝度信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する方法であって、

前記映像信号または前記輝度信号を入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する工程と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する工程と、

10 その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する工程と、
その抽出したスペクトルからフリッカ成分を推定する工程と、

その推定したフリッカ成分を打ち消すように、推定したフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する工程と、

を備えるフリッカ低減方法。

15 2. 蛍光灯照明下でX Yアドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる各色の色信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する方法であって、

前記各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する工程と、

20 その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する工程と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する工程と、

その抽出したスペクトルからフリッカ成分を推定する工程と、

その推定したフリッカ成分を打ち消すように、推定したフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する工程と、

25 を備えるフリッカ低減方法。

3. 蛍光灯照明下でX Yアドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる輝度信号および各色の色信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する方法であって、

5 前記輝度信号および前記各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する工程と、その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する工程と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する工程と、その抽出したスペクトルからフリッカ成分を推定する工程と、

10 その推定したフリッカ成分を打ち消すように、推定したフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する工程と、
を備えるフリッカ低減方法。

4. 請求項1～3のいずれかのフリッカ低減方法において、

15 前記正規化工程では、前記差分値を連続する複数フィールドまたは複数フレームにおける積分値の平均値で除算するフリッカ低減方法。

5. 請求項1～3のいずれかのフリッカ低減方法において、

前記正規化工程では、前記積分値を連続する複数フィールドまたは複数フレームにおける積分値の平均値で除算し、その除算結果から所定値を減算するフリッカ低減方法。

20 6. 請求項1～3のいずれかのフリッカ低減方法において、

前記正規化工程では、前記差分値を前記積分値で除算するフリッカ低減方法。

7. 請求項1～3のいずれかのフリッカ低減方法において、

25 前記スペクトル抽出工程では、正規化後の積分値または差分値をフーリエ変換するフリッカ低減方法。

8. 請求項1～3のいずれかのフリッカ低減方法において、

前記入力画像信号のレベルが飽和領域にあるか否かを判断し、飽和領域にあると判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出すフリッカ低減方法。

9. 請求項1～3のいずれかのフリッカ低減方法において、

- 5 抽出したスペクトルのレベルから蛍光灯照明下であるか否かを判断し、
蛍光灯照明下ではないと判定したときには、前記入力画像信号を、その
まま出力画像信号として取り出すフリッカ低減方法。

10. 請求項1～3のいずれかのフリッカ低減方法において、

- 10 撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化するか
否かを判断し、大きく変化するると判定したときには、直前に推定したフ
リッカ成分、または直前の信号に基づいて推定したフリッカ成分と、前
記入力画像信号を演算するフリッカ低減方法。

11. 請求項1～3のいずれかのフリッカ低減方法において、

- 15 フリッカ低減処理が不要な撮影状況であるか否かを判断し、不要な撮
影状況であると判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力
画像信号として取り出すフリッカ低減方法。

12. 請求項1～3のいずれかのフリッカ低減方法において、

推定したフリッカ成分を調整し、その調整後のフリッカ成分を前記入
力画像信号と演算するフリッカ低減方法。

- 20 13. 請求項1～3のいずれかのフリッカ低減方法において、

推定したフリッカ成分の振幅データおよび初期位相データを、それぞ
れローパスフィルタを通して調整し、その調整後の振幅データおよび初
期位相データを用いて、前記入力画像信号と演算するフリッカ成分を生
成するフリッカ低減方法。

- 25 14. 請求項13のフリッカ低減方法において、

調整後の振幅データおよび初期位相データを記憶部に保存しておき、

一定の状態が検出された場合には、その保存されている振幅データおよび初期位相データを用いて、前記入力画像信号と演算するフリッカ成分を生成するフリッカ低減方法。

15. XYアドレス走査型の撮像素子と、

- 5 この撮像素子により被写体を撮影することによって得られる映像信号または輝度信号を入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する手段と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する手段と、

- 10 その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する手段と、
その抽出されたスペクトルからフリッカ成分を推定する手段と、

その推定されたフリッカ成分を打ち消すように、推定されたフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する手段と、
を備える撮像装置。

- 15 16. XYアドレス走査型の撮像素子と、

この撮像素子により被写体を撮影することによって得られる各色の色信号を、

それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する手段と、

- 20 その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する手段と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する手段と、

その抽出されたスペクトルからフリッカ成分を推定する手段と、

- 25 その推定されたフリッカ成分を打ち消すように、推定されたフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する手段と、
を備える撮像装置。

17. XYアドレス走査型の撮像素子と、

この撮像素子により被写体を撮影することによって得られる輝度信号および各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する手段と、

5 その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する手段と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する手段と、

その抽出されたスペクトルからフリッカ成分を推定する手段と、

その推定されたフリッカ成分を打ち消すように、推定されたフリッカ

10 成分と前記入力画像信号を演算する手段と、

を備える撮像装置。

18. 請求項15～17のいずれかの撮像装置において、

前記正規化手段は、前記差分値を連続する複数フィールドまたは複数フレームにおける積分値の平均値で除算する撮像装置。

15 19. 請求項15～17のいずれかの撮像装置において、

前記正規化手段は、前記積分値を連続する複数フィールドまたは複数フレームにおける積分値の平均値で除算し、その除算結果から所定値を減算する撮像装置。

20. 請求項15～17のいずれかの撮像装置において、

20 前記正規化手段は、前記差分値を前記積分値で除算する撮像装置。

21. 請求項15～17のいずれかの撮像装置において、

前記スペクトル抽出手段は、正規化後の積分値または差分値をフーリエ変換する手段である撮像装置。

22. 請求項15～17のいずれかの撮像装置において、

25 前記入力画像信号のレベルが飽和領域にあるか否かを判断し、飽和領域にあると判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力画像

信号として取り出す手段を備える撮像装置。

23. 請求項15～17のいずれかの撮像装置において、

前記スペクトル抽出手段によって抽出されたスペクトルのレベルから
蛍光灯照明下であるか否かを判断し、蛍光灯照明下ではないと判定した
5 ときには、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出す
手段を備える撮像装置。

24. 請求項15～17のいずれかの撮像装置において、

撮影者の操作または動作によって被写体が短時間で大きく変化するか
否かを判断し、大きく変化すると判定したときには、前記演算手段に対
10 して、前記フリッカ成分推定手段によって直前に推定されたフリッカ成
分、または直前の信号に基づいて前記フリッカ成分推定手段によって推
定されたフリッカ成分と、前記入力画像信号を演算させる手段を備える
撮像装置。

25. 請求項15～17のいずれかの撮像装置において、

15 フリッカ低減処理が不要な撮影状況であるか否かを判断し、不要な撮
影状況であると判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力
画像信号として取り出す手段を備える撮像装置。

26. 請求項15～17のいずれかの撮像装置において、

前記フリッカ成分推定手段によって推定されたフリッカ成分を調整し
20 て、前記入力画像信号と演算されるフリッカ成分を生成する調整手段を
備える撮像装置。

27. 請求項15～17のいずれかの撮像装置において、

前記フリッカ成分推定手段によって推定されたフリッカ成分の振幅デ
ータおよび初期位相データを調整して、前記入力画像信号と演算される
25 フリッカ成分を生成するローパスフィルタ手段を備える撮像装置。

28. 請求項27の撮像装置において、

前記ローパスフィルタ手段によって調整された振幅データおよび初期位相データを保存する記憶手段と、

- 一定の状態が検出された場合に、前記記憶手段に保存されている振幅データおよび初期位相データを用いて、前記入力画像信号と演算するフリッカ成分を生成する手段とを備える撮像装置。

29. 蛍光灯照明下でXYアドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる映像信号または輝度信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する回路であって、

- 前記映像信号または前記輝度信号を入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する手段と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する手段と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する手段と、

その抽出されたスペクトルからフリッカ成分を推定する手段と、

- その推定されたフリッカ成分を打ち消すように、推定されたフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する手段と、
を備えるフリッカ低減回路。

30. 蛍光灯照明下でXYアドレス走査型の撮像素子により被写体を撮影することによって得られる各色の色信号に含まれる蛍光灯フリッカ成分を低減する回路であって、

前記各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する手段と、

その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分値の差分値を、正規化する手段と、

- その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する手段と、
その抽出されたスペクトルからフリッカ成分を推定する手段と、

その推定されたフリッカ成分を打ち消すように、推定されたフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する手段と、

を備えるフリッカ低減回路。

- 3 1. 蛍光灯照明下でX Yアドレス走査型の撮像素子により被写体を
5 撮影することによって得られる輝度信号および各色の色信号に含まれる
蛍光灯フリッカ成分を低減する回路であって、

前記輝度信号および前記各色の色信号を、それぞれ入力画像信号として、その入力画像信号を1水平周期以上の時間に渡って積分する手段と、

- 10 その積分値、または隣接するフィールドまたはフレームにおける積分
値の差分値を、正規化する手段と、

その正規化後の積分値または差分値のスペクトルを抽出する手段と、

その抽出されたスペクトルからフリッカ成分を推定する手段と、

その推定されたフリッカ成分を打ち消すように、推定されたフリッカ成分と前記入力画像信号を演算する手段と、

- 15 を備えるフリッカ低減回路。

- 3 2. 請求項29～31のいずれかのフリッカ低減回路において、

前記正規化手段は、前記差分値を連続する複数フィールドまたは複数フレームにおける積分値の平均値で除算するフリッカ低減回路。

- 3 3. 請求項29～31のいずれかのフリッカ低減回路において、

- 20 前記正規化手段は、前記積分値を連続する複数フィールドまたは複数フレームにおける積分値の平均値で除算し、その除算結果から所定値を減算するフリッカ低減回路。

- 3 4. 請求項29～31のいずれかのフリッカ低減回路において、

- 25 前記正規化手段は、前記差分値を前記積分値で除算するフリッカ低減回路。

- 3 5. 請求項29～31のいずれかのフリッカ低減回路において、

前記スペクトル抽出手段は、正規化後の積分値または差分値をフーリエ変換する手段であるフリッカ低減回路。

36. 請求項29～31のいずれかのフリッカ低減回路において、

5 前記入力画像信号のレベルが飽和領域にあるか否かを判断し、飽和領域にあると判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出す手段を備えるフリッカ低減回路。

37. 請求項29～31のいずれかのフリッカ低減回路において、

10 前記スペクトル抽出手段によって抽出されたスペクトルのレベルから蛍光灯照明下であるか否かを判断し、蛍光灯照明下ではないと判定したときには、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出す手段を備えるフリッカ低減回路。

38. 請求項29～31のいずれかのフリッカ低減回路において、

15 外部手段の制御によって、前記演算手段に対して、前記フリッカ成分推定手段によって直前に推定されたフリッカ成分、または直前の信号に基づいて前記フリッカ成分推定手段によって推定されたフリッカ成分と、前記入力画像信号を演算させる手段を備えるフリッカ低減回路。

39. 請求項29～31のいずれかのフリッカ低減回路において、

外部手段の制御によって、前記入力画像信号を、そのまま出力画像信号として取り出す手段を備えるフリッカ低減回路。

20 40. 請求項29～31のいずれかのフリッカ低減回路において、

前記フリッカ成分推定手段によって推定され、かつ外部手段によって調整されたフリッカ成分を前記入力画像信号と演算する手段を備えるフリッカ低減回路。

1/30

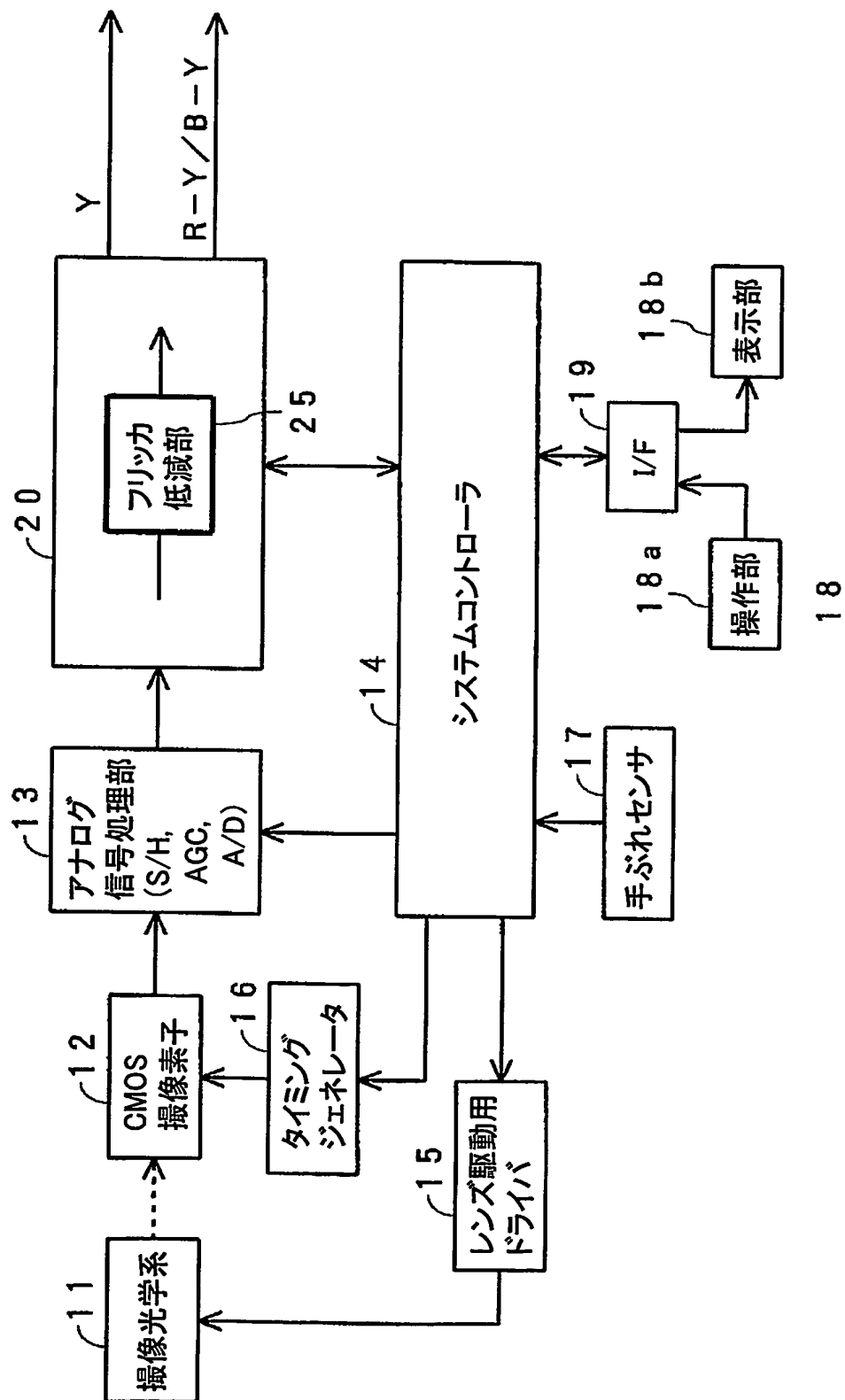


Fig.1

2/30

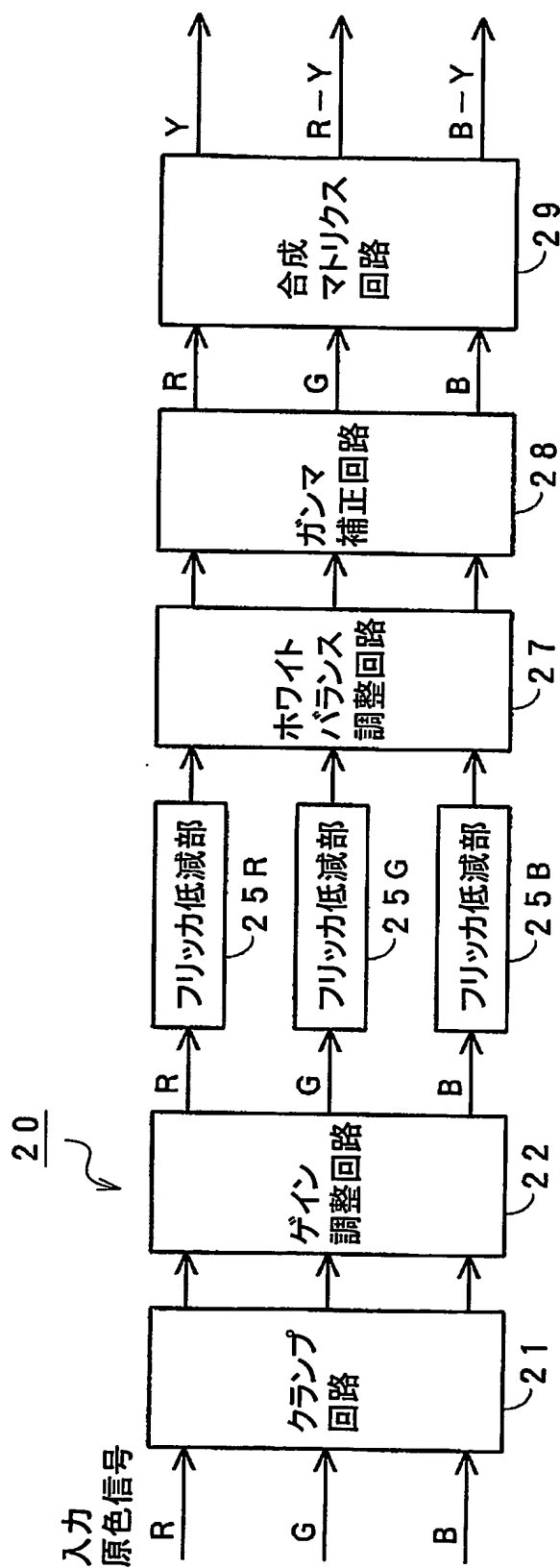


Fig.2

3/30

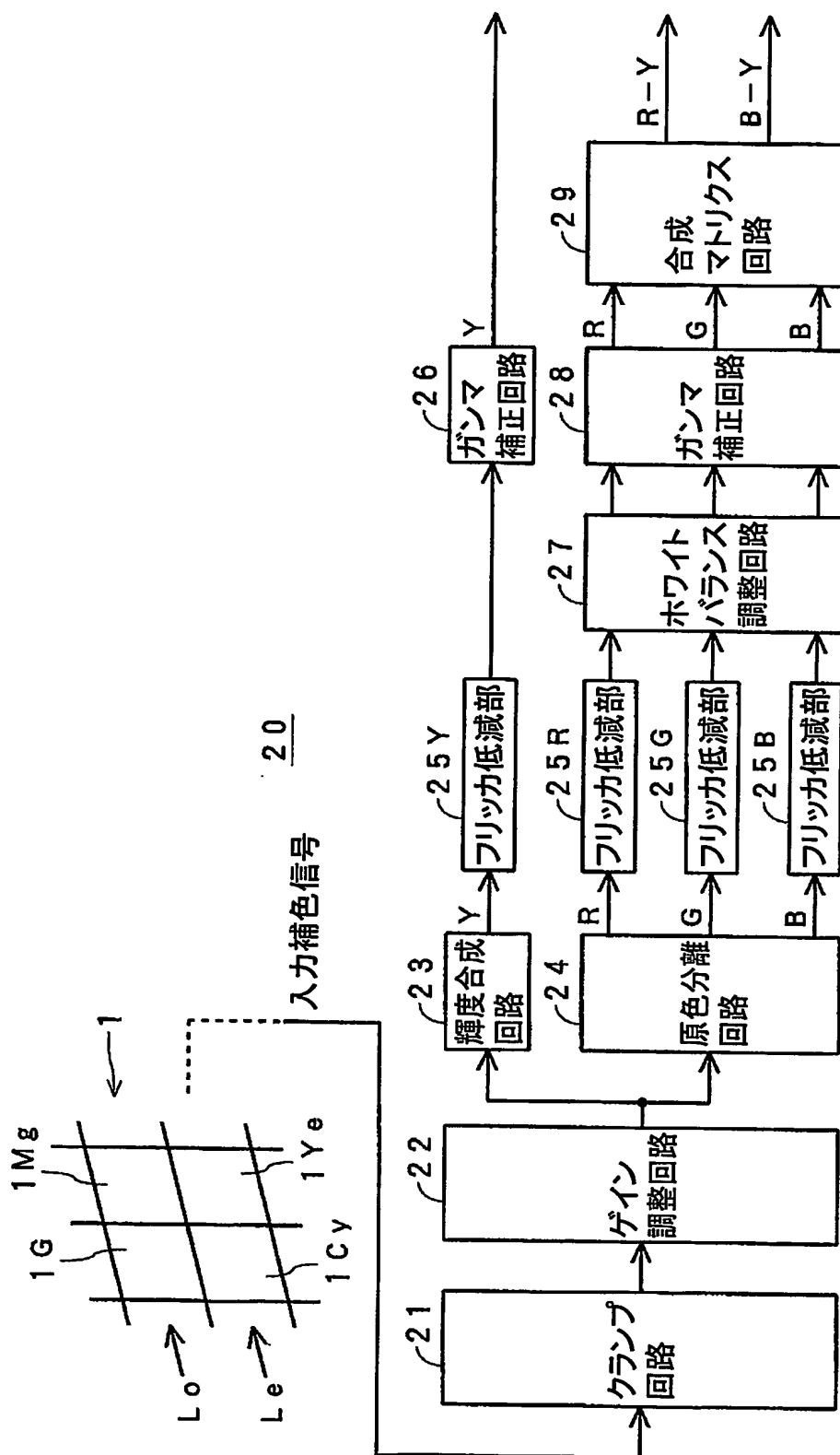


Fig.3

4/30

25

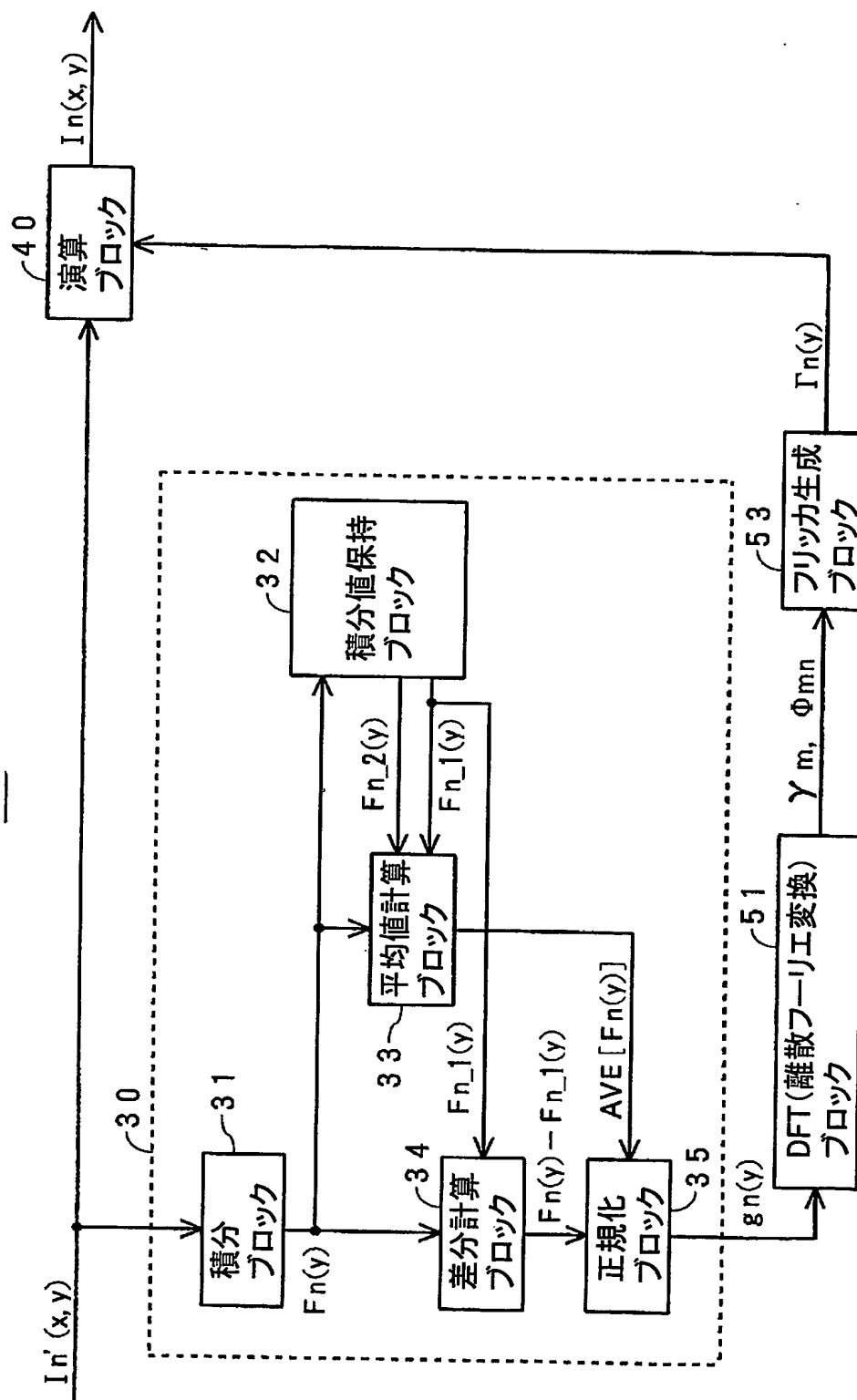


Fig.4

5/30

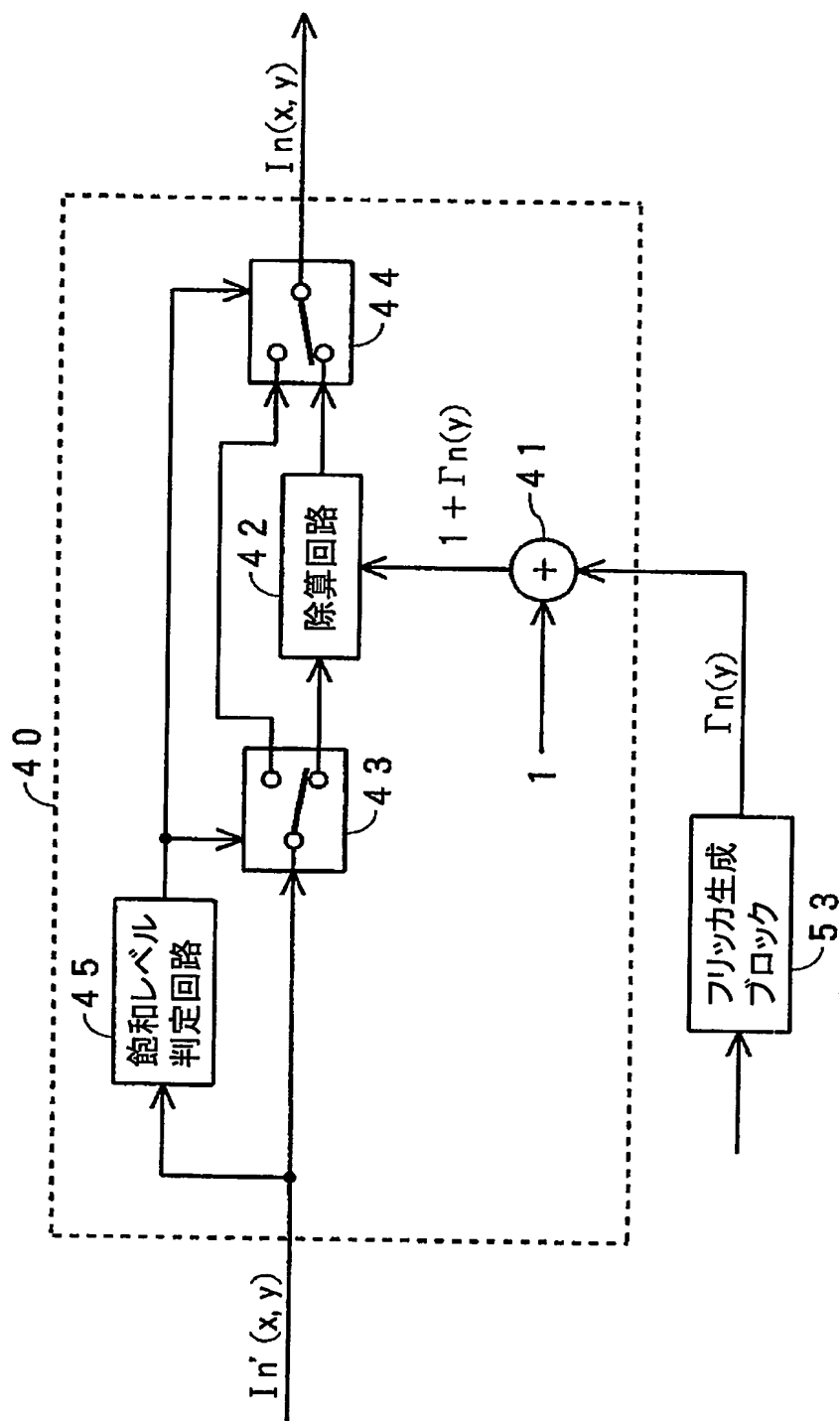


Fig.5

6/30

25

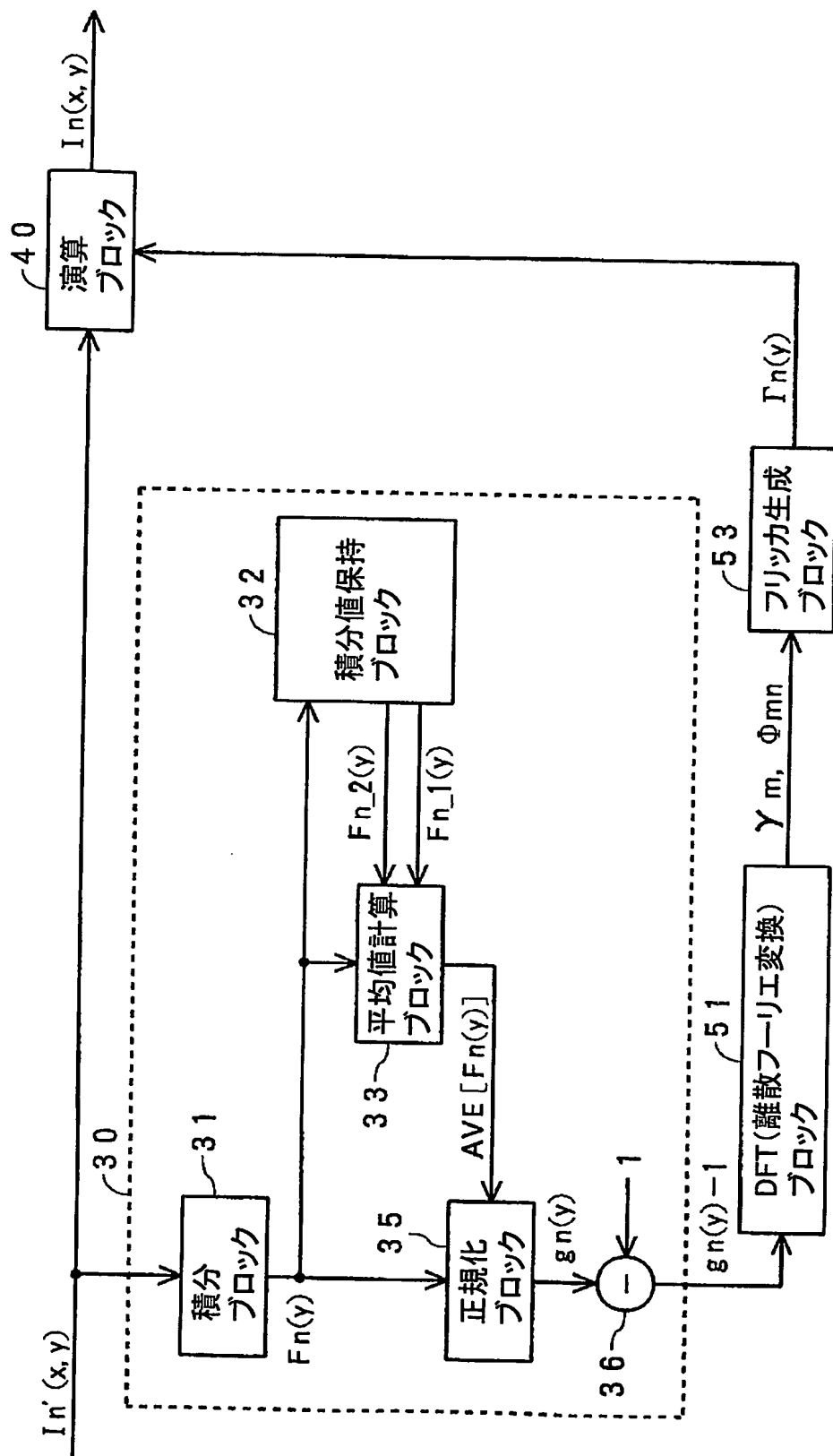


Fig.6

7/30

25

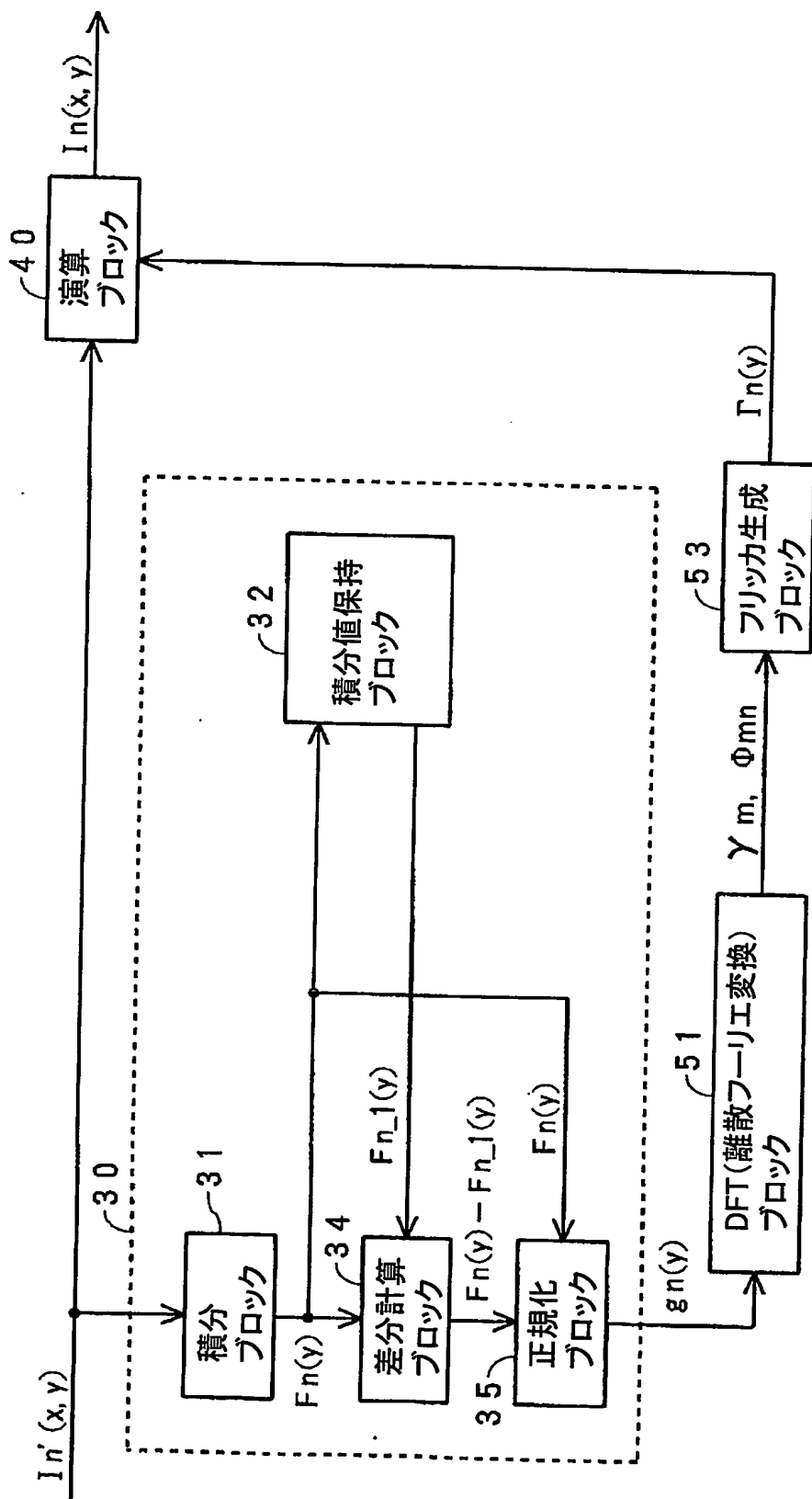


Fig.7

25

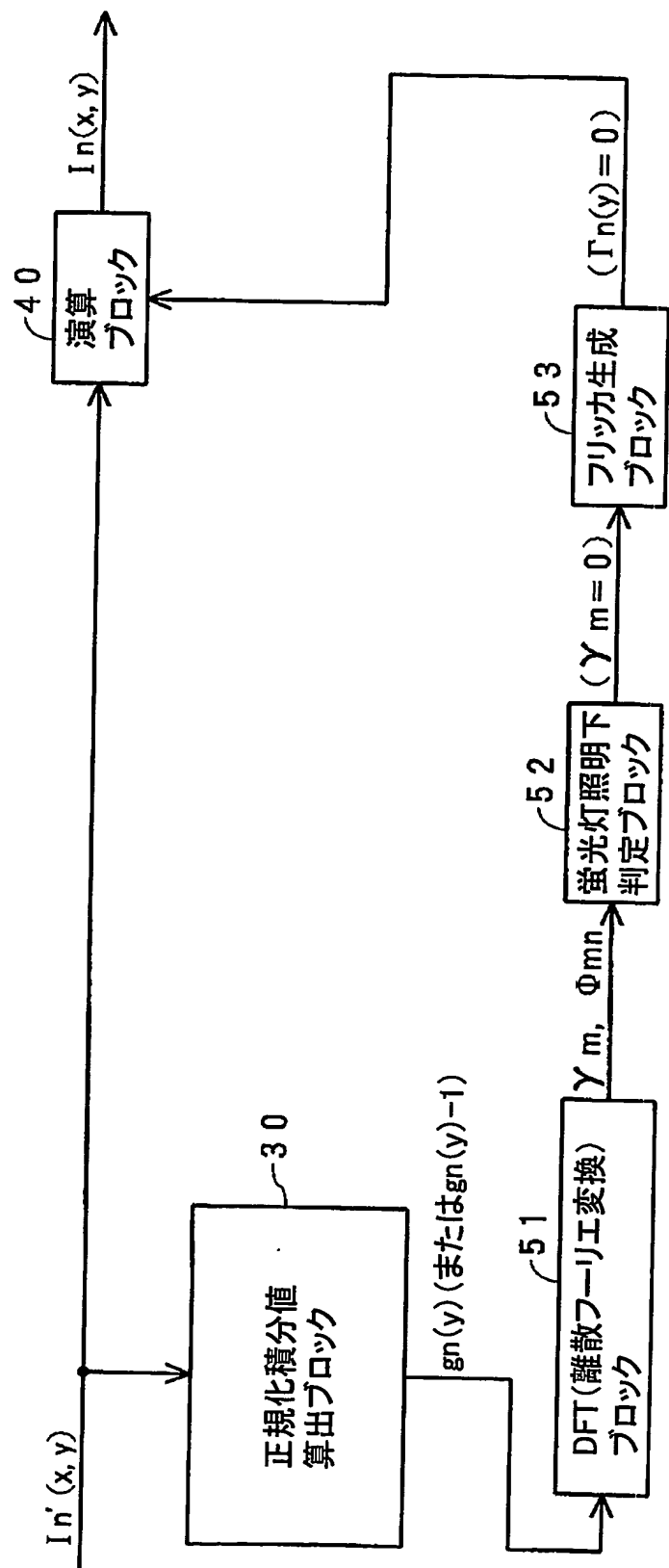


Fig.8

25

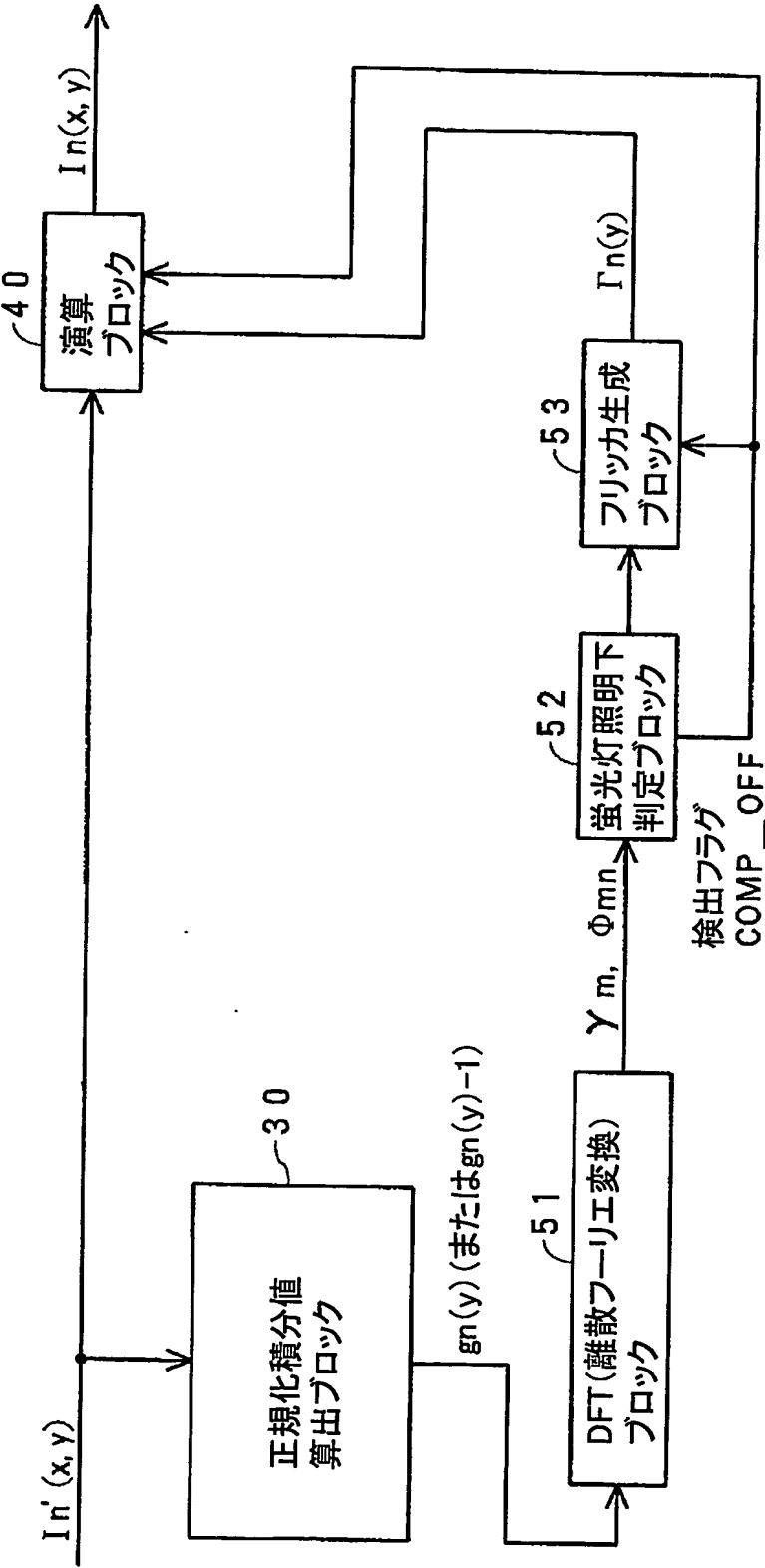


Fig.9

10/30

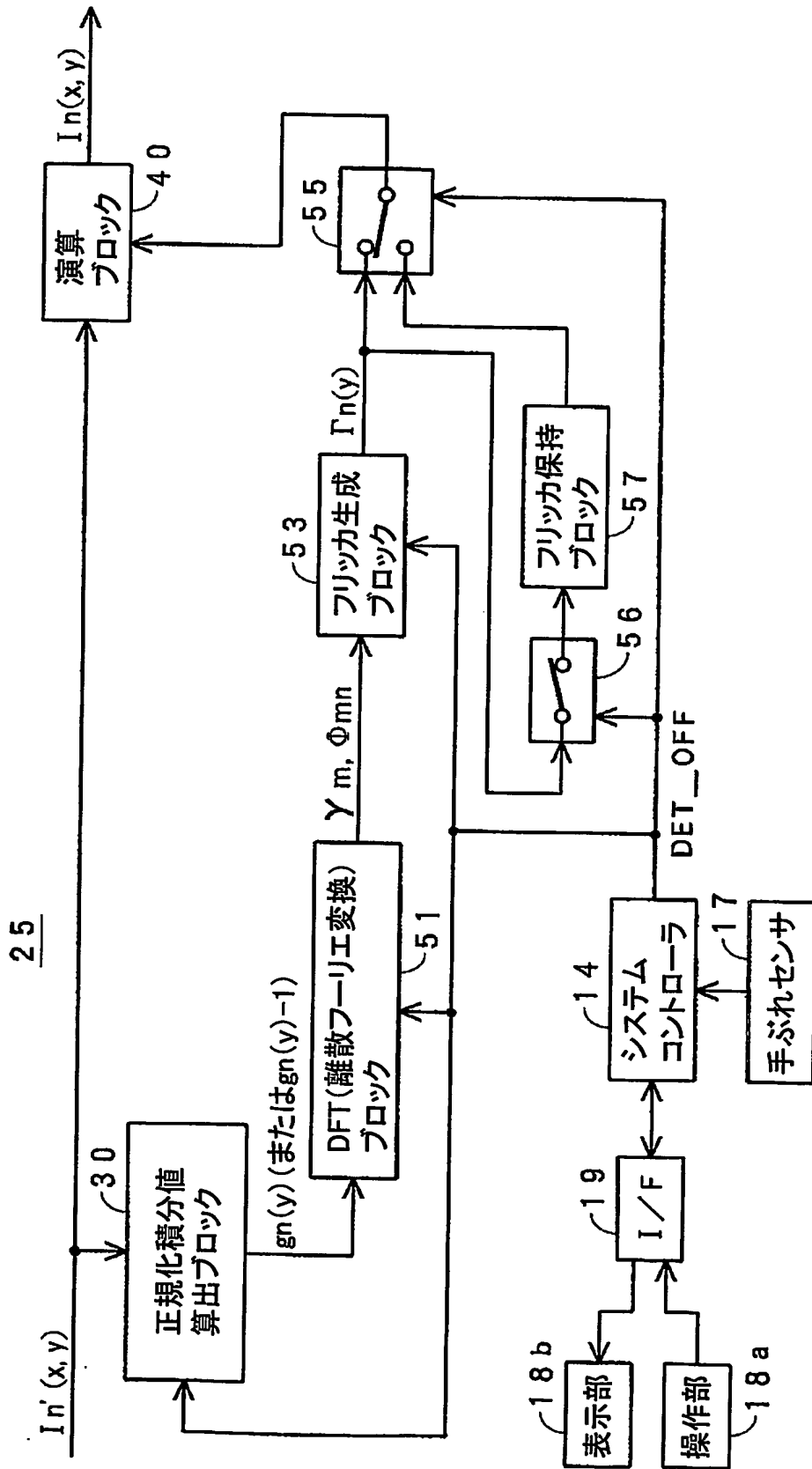


Fig.10

11/30

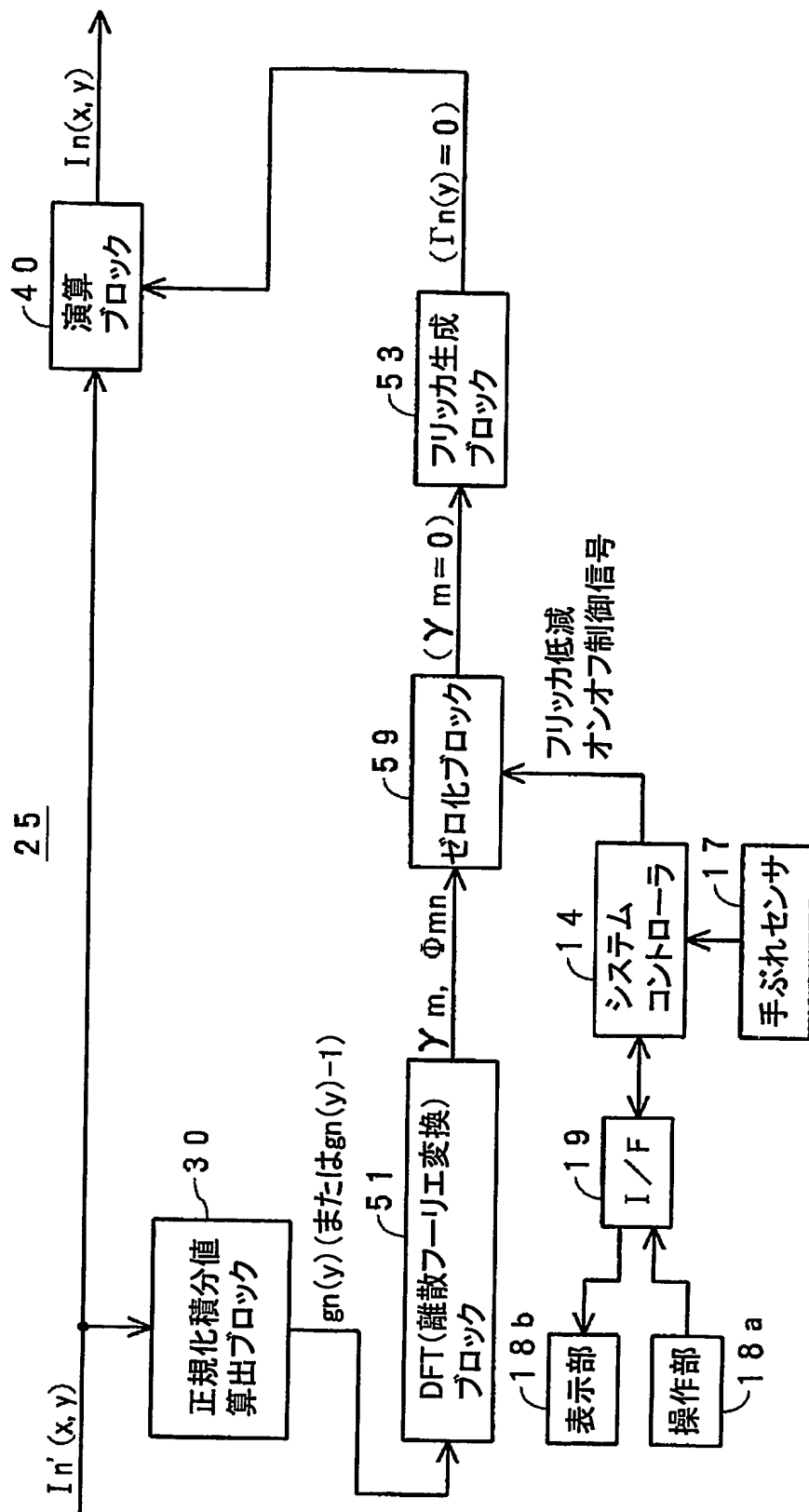


Fig.11

12/30

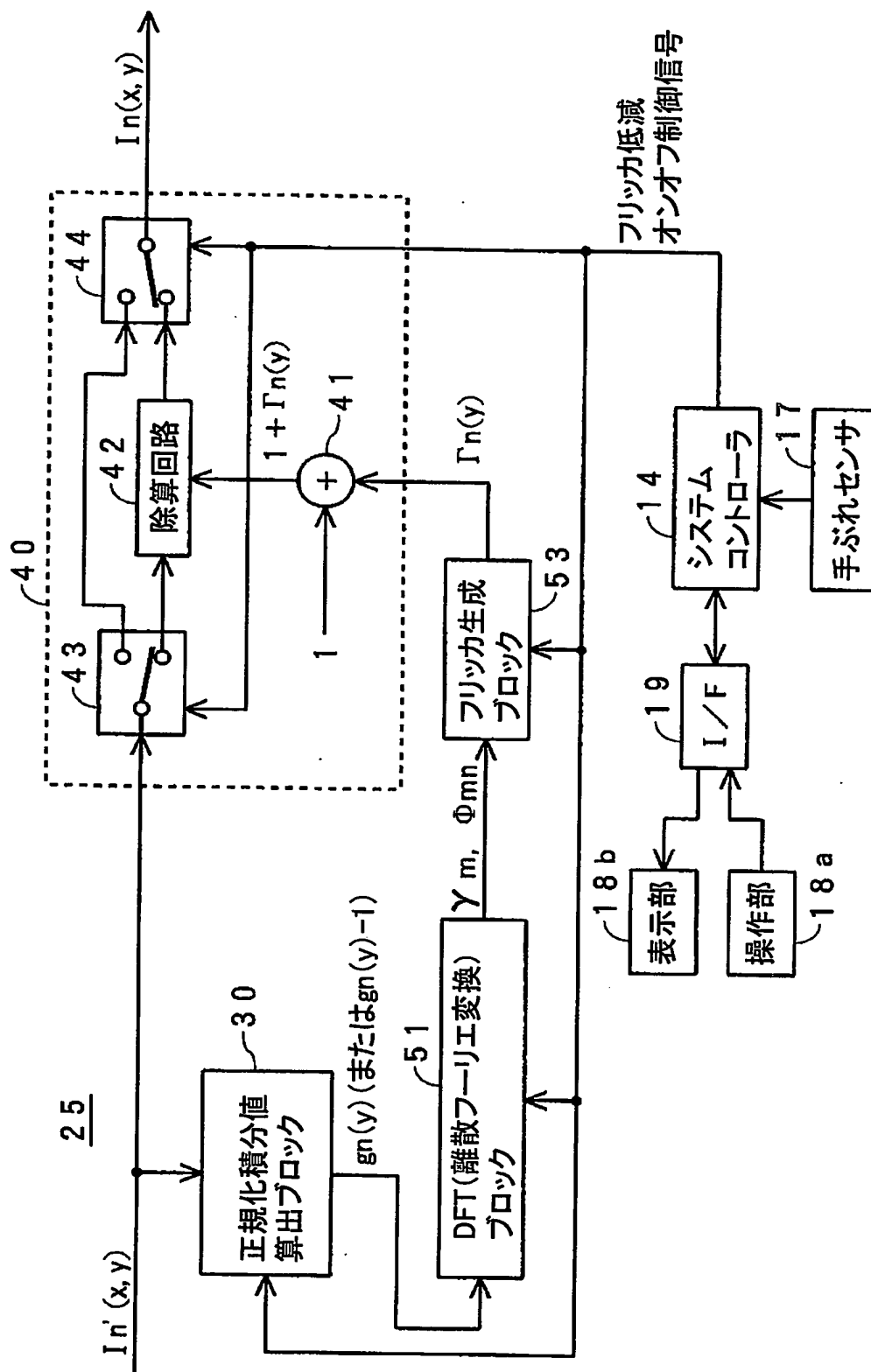


Fig.12

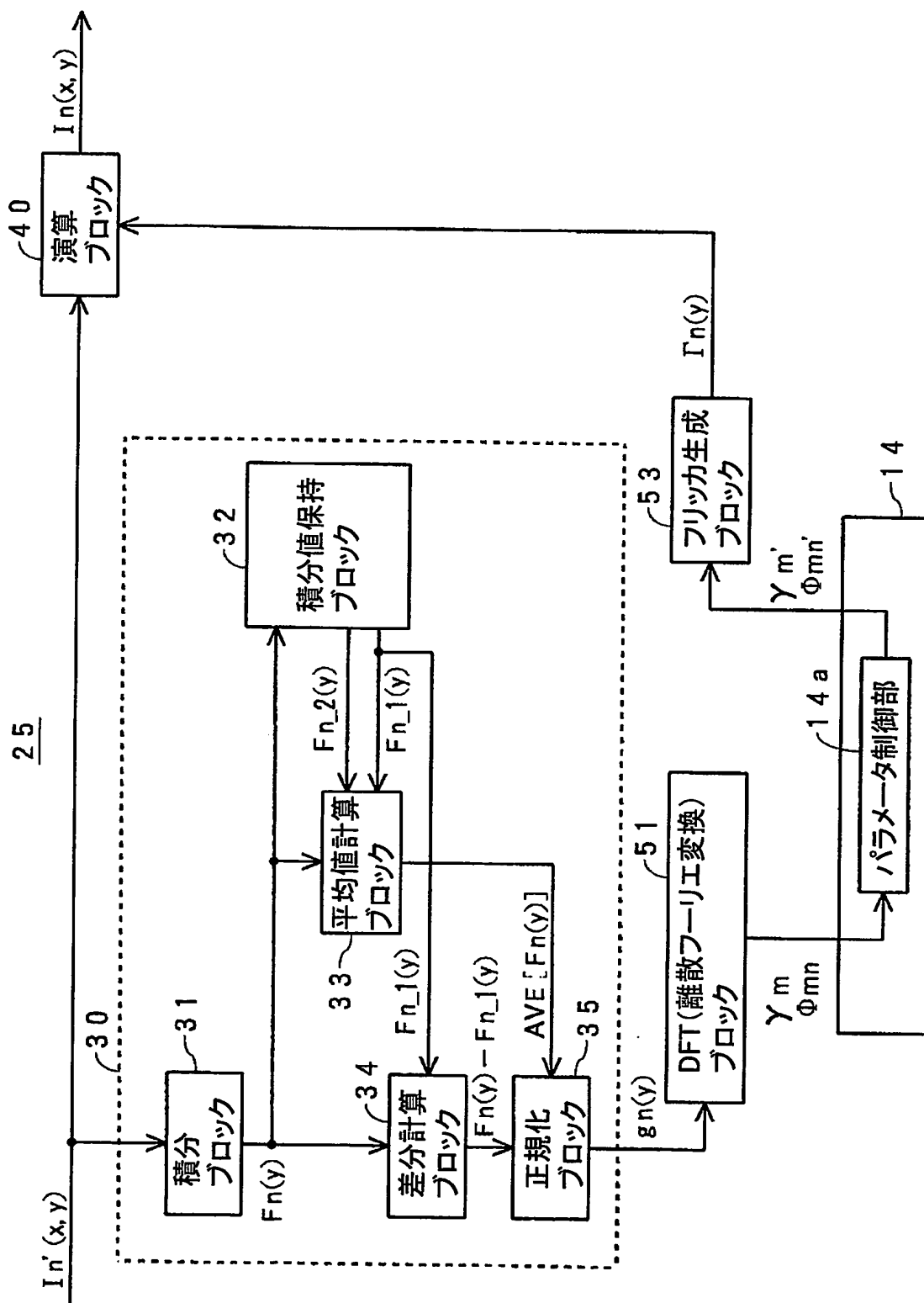


Fig.13

14/30

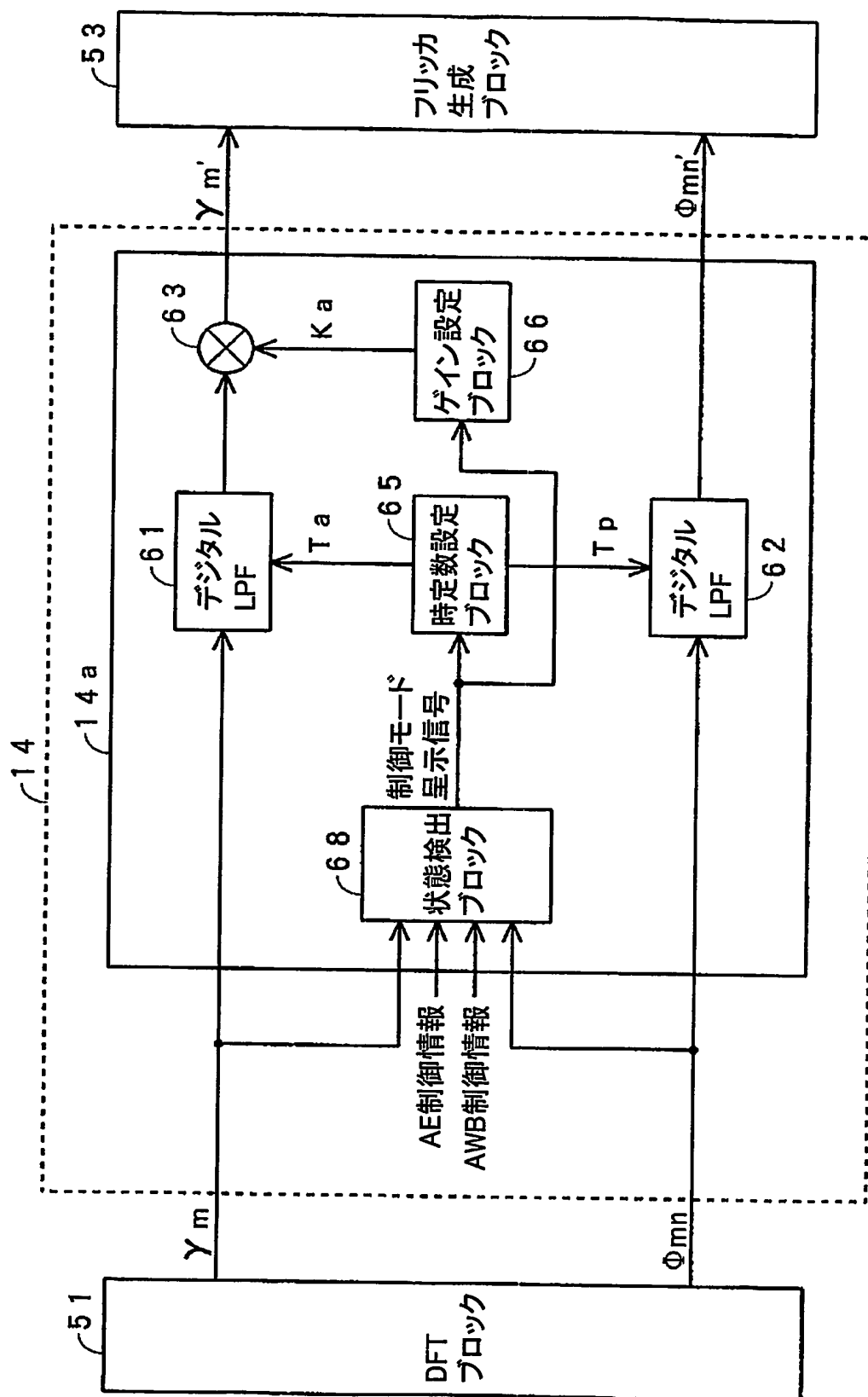


Fig.14

15/30

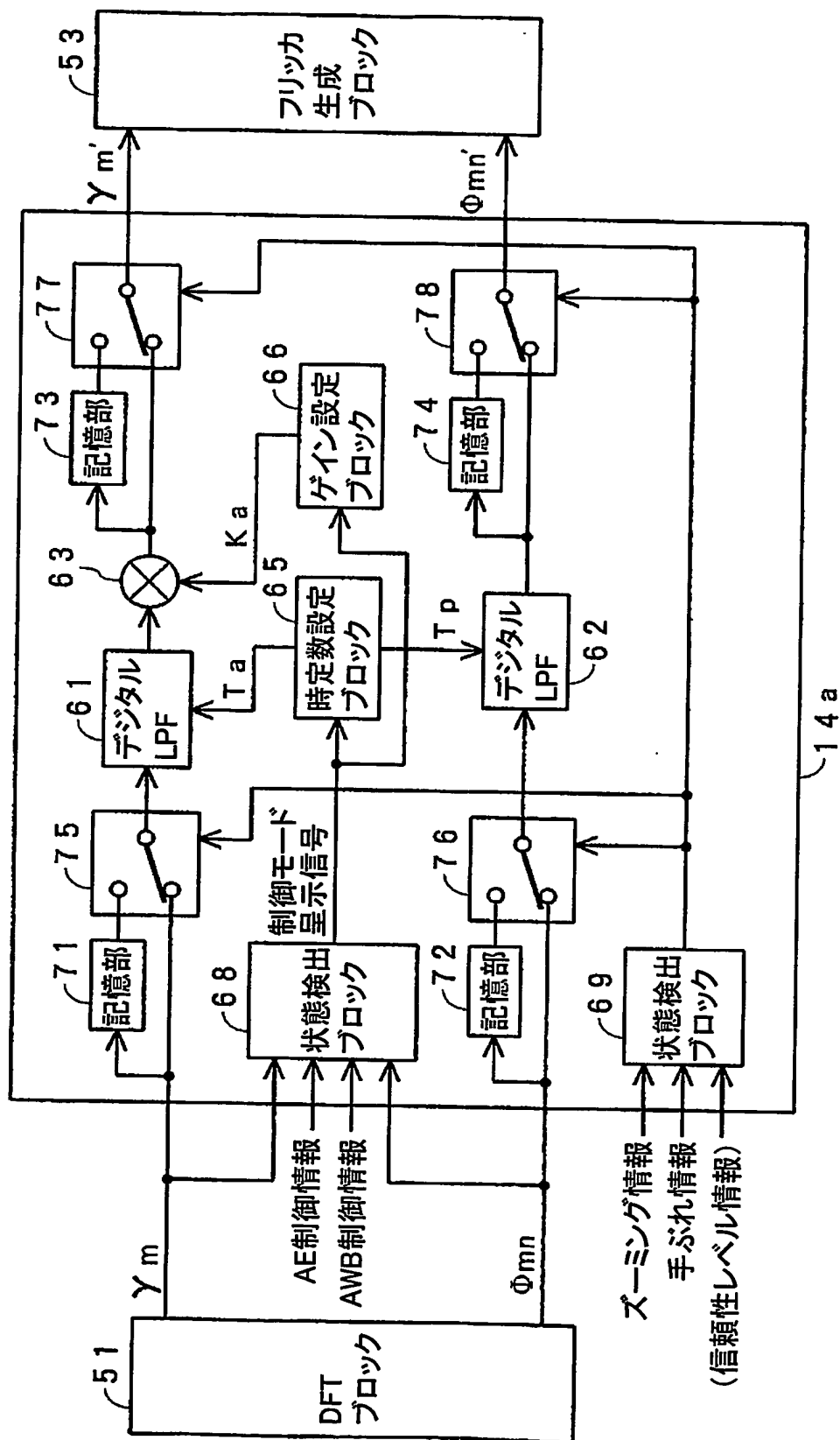


Fig.15

状態	判断基準の例	制御モード
蛍光灯照明下で 安定状態 (安定フリッカ)	・過去複数フィールドに渡って γ_m : ほぼ一定値 ϕ_{mn} : 一定周期ごとにほぼ同じ値 AE制御情報 : 画面の明るさがほぼ一定周期で変動 AWB制御情報: ほぼ「蛍光灯照明下」と判断	モードA
非蛍光灯照明下で 安定状態 (フリッカレス)	・過去複数フィールドに渡って γ_m : ゼロ付近でランダムに変動(ノイズ成分のみ) ϕ_{mn} : ランダムに変動 AE制御情報 : 画面の明るさの変動に周期性がない AWB制御情報: ほぼ「非蛍光灯照明下」と判断	モードB

Fig.16

Fig.17A

$$I_n'(x,y) = [1 + \Gamma_n(y)] * I_n(x,y) \quad \dots (1)$$

ただし、

$$\begin{aligned} \Gamma_n(y) &= \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m * \cos[m * (2\pi / \lambda_o) * y + \Phi_{mn}] \\ &= \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m * \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn}) \quad \dots (2) \end{aligned}$$

$$\Delta \Phi_{mn} = (-2\pi / 3) * m \quad \dots (3)$$

Fig.17B

$$\begin{aligned} F_n(y) &= \sum_x I_n'(x,y) = \sum_x \{[1 + \Gamma_n(y)] * I_n(x,y)\} \\ &= \sum_x I_n(x,y) + \Gamma_n(y) \sum_x I_n(x,y) \\ &= \alpha_n(y) + \alpha_n(y) * \Gamma_n(y) \quad \dots (4) \end{aligned}$$

ただし、

$$\alpha_n(y) = \sum_x I_n(x,y) \quad \dots (5)$$

18/30

Fig.18A

$$\begin{aligned}
 \Lambda V E [F n(y)] &= (1/3) \sum_{k=0}^2 F n_{-k}(y) \\
 &= (1/3) \left\{ \sum_{k=0}^2 \alpha_{n_{-k}}(y) + \alpha_{n_{-k}}(y) * \Gamma_{n_{-k}}(y) \right\} \\
 &= (1/3) \sum_{k=0}^2 \alpha_{n_{-k}}(y) + (1/3) \sum_{k=0}^2 \alpha_{n_{-k}}(y) * \Gamma_{n_{-k}}(y) \\
 &= \alpha_n(y) + (1/3) * \alpha_n(y) \sum_{k=0}^2 \Gamma_{n_{-k}}(y) \\
 &= \alpha_n(y) \qquad \qquad \qquad \dots (6)
 \end{aligned}$$

ただし、

$$\alpha_n(y) \cong \alpha_{n-1}(y) \cong \alpha_{n-2}(y) \qquad \dots (7)$$

Fig.18B

$$\begin{aligned}
 F n(y) - F n_{-1}(y) &= \{ \alpha_n(y) + \alpha_n(y) * \Gamma_n(y) \} - \{ \alpha_{n-1}(y) + \alpha_{n-1}(y) * \Gamma_{n-1}(y) \} \\
 &= \alpha_n(y) * \{ \Gamma_n(y) - \Gamma_{n-1}(y) \} \\
 &= \alpha_n(y) \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m * \{ \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn}) \\
 &\qquad \qquad \qquad - \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn-1}) \} \\
 &\qquad \qquad \qquad \dots (8)
 \end{aligned}$$

Fig.19A

$$\begin{aligned}
 g_n(y) &= \{F_n(y) - F_{n-1}(y)\} / AVE[F_n(y)] \\
 &= \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m * \{\cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn}) \\
 &\quad - \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn-1})\} \\
 &= \sum_{m=1}^{\infty} (-2) \gamma_m \{\sin[m * \omega_o * y + (\Phi_{mn} + \Phi_{mn-1})/2] \\
 &\quad * \sin[(\Phi_{mn} - \Phi_{mn-1})/2]\} \\
 &\quad \dots (9)
 \end{aligned}$$

Fig.19B

$$\begin{aligned}
 g_n(y) &= \sum_{m=1}^{\infty} (-2) \gamma_m * \sin(m * \omega_o * y + \Phi_{mn} + m * \pi / 3) \\
 &\quad * \sin(-m * \pi / 3) \\
 &= \sum_{m=1}^{\infty} 2 * \gamma_m * \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn} + m * \pi / 3 - \pi / 2) \\
 &\quad * \sin(m * \pi / 3) \\
 &= \sum_{m=1}^{\infty} 2 * \gamma_m * \sin(m * \pi / 3) \\
 &\quad * \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn} + m * \pi / 3 - \pi / 2) \\
 &= \sum_{m=1}^{\infty} |A_m| * \cos(m * \omega_o * y + \theta_m) \quad \dots (10)
 \end{aligned}$$

ただし、

$$|A_m| = 2 * \gamma_m * \sin(m * \pi / 3) \quad \dots (11a)$$

$$\theta_m = \Phi_{mn} + m * \pi / 3 - \pi / 2 \quad \dots (11b)$$

20/30

Fig.20A

$$\gamma_m = |\Lambda_m| / [2 * \sin(m * \pi / 3)] \quad \dots (12a)$$

$$\Phi_{mn} = \theta_m - m * \pi / 3 + \pi / 2 \quad \dots (12b)$$

Fig.20B

$$DFT[gn(y)] = Gn(m) = \sum_{i=0}^{L-1} gn(i) * W^{m*i} \quad \dots (13)$$

ただし、

$$W = \exp[-j * 2\pi / L] \quad \dots (14)$$

Fig.20C

$$|\Lambda_m| = 2 * |Gn(m)| / L \quad \dots (15a)$$

$$\theta_m = \tan^{-1}\{Im[Gn(m)] / Re[Gn(m)]\} \quad \dots (15b)$$

ただし、

Im[Gn(m)] : 虚部

Re[Gn(m)] : 実部

Fig.20D

$$\gamma_m = |Gn(m)| / [L * \sin(m * \pi / 3)] \quad \dots (16a)$$

$$\Phi_{mn} = \tan^{-1}\{Im[Gn(m)] / Re[Gn(m)]\} - m * \pi / 3 + \pi / 2 \quad \dots (16b)$$

Fig.20E

$$In(x,y) = In'(x,y) / [1 + \Gamma n(y)] \quad \dots (17)$$

Fig.21A

$$g_n(y) = F_n(y) / AVE[F_n(y)]$$

$$= 1 + \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m * \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn}) \quad \dots (18)$$

Fig.21B

$$g_n(y) - 1 = \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m * \cos(m * \omega_o * y + \Phi_{mn})$$

$$= \sum_{m=1}^{\infty} |A_m| * \cos(m * \omega_o * y + \theta_m) \quad \dots (19)$$

Fig.21C

$$\gamma_m = 2 * |G_n(m)| / L \quad \dots (20a)$$

$$\Phi_{mn} = \tan^{-1} \{ \text{Im}[G_n(m)] / \text{Re}[G_n(m)] \} \quad \dots (20b)$$

ただし、

$\text{Im}[G_n(m)]$: 虚部

$\text{Re}[G_n(m)]$: 実部

22/30

Fig.22A

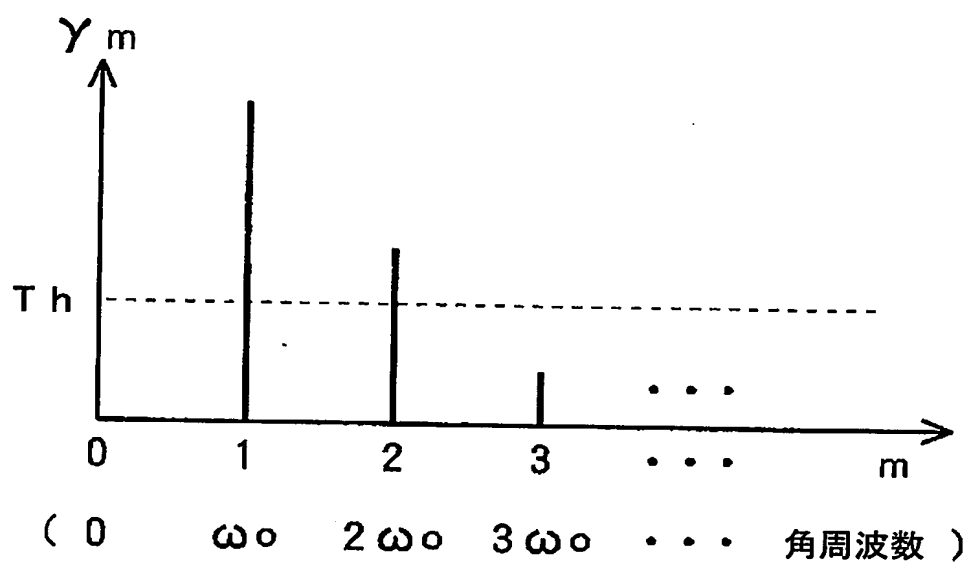
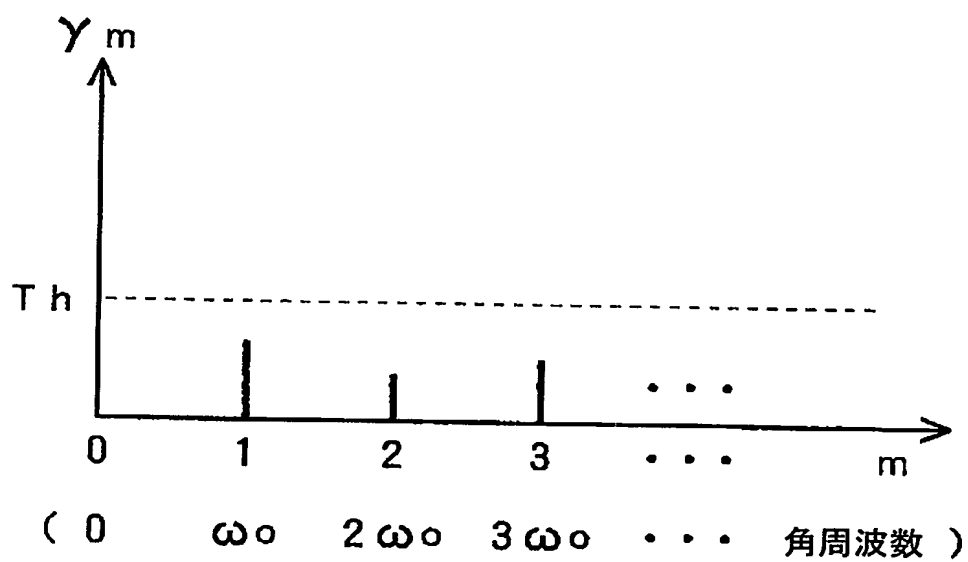


Fig.22B



23/30

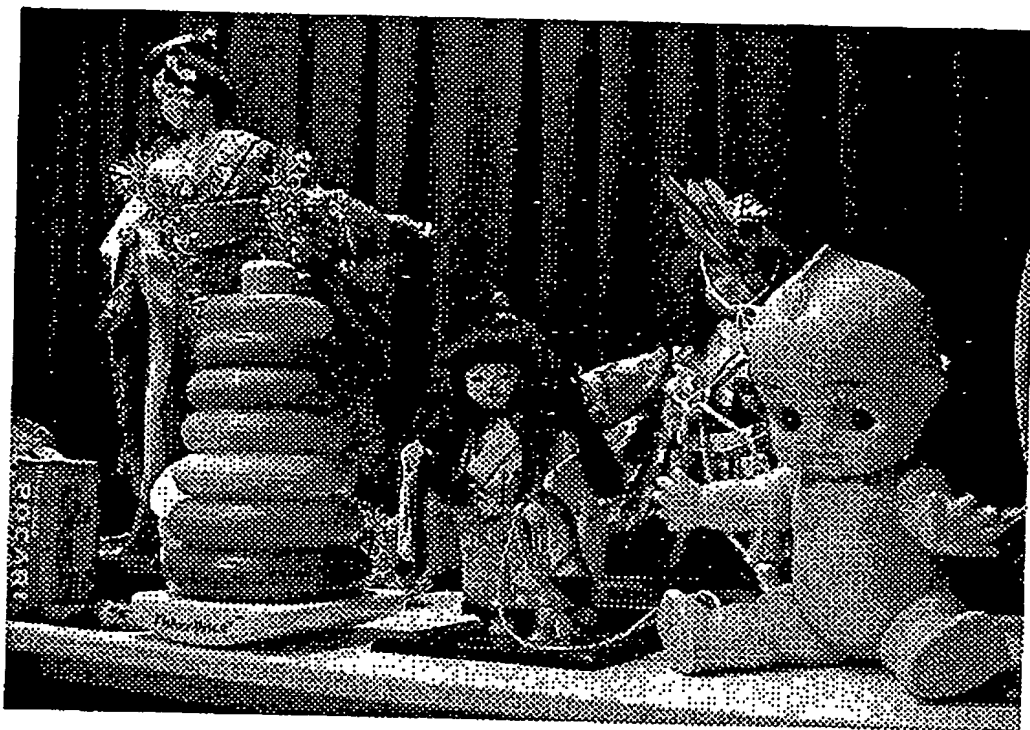


Fig.23

24/30

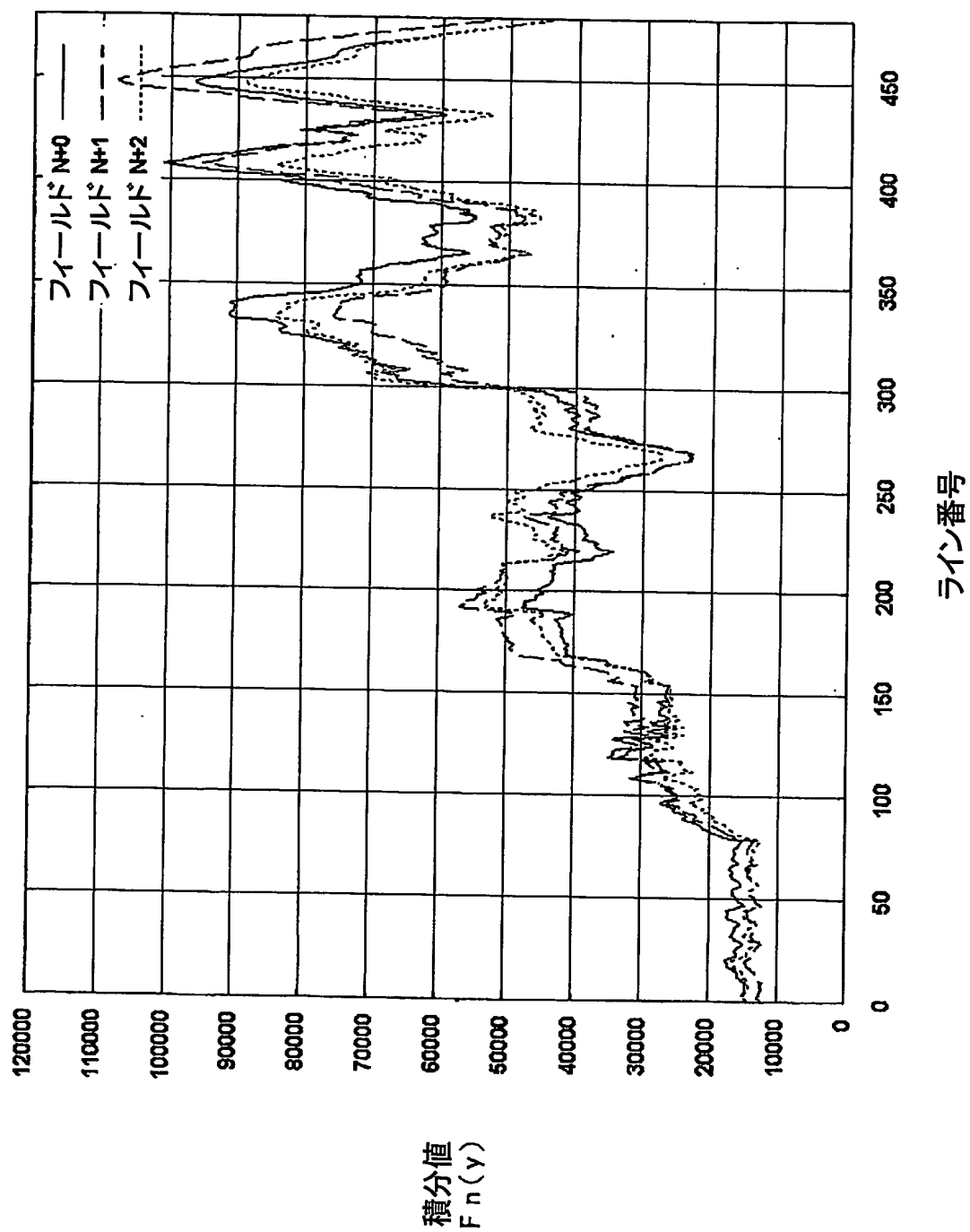


Fig.24

25/30

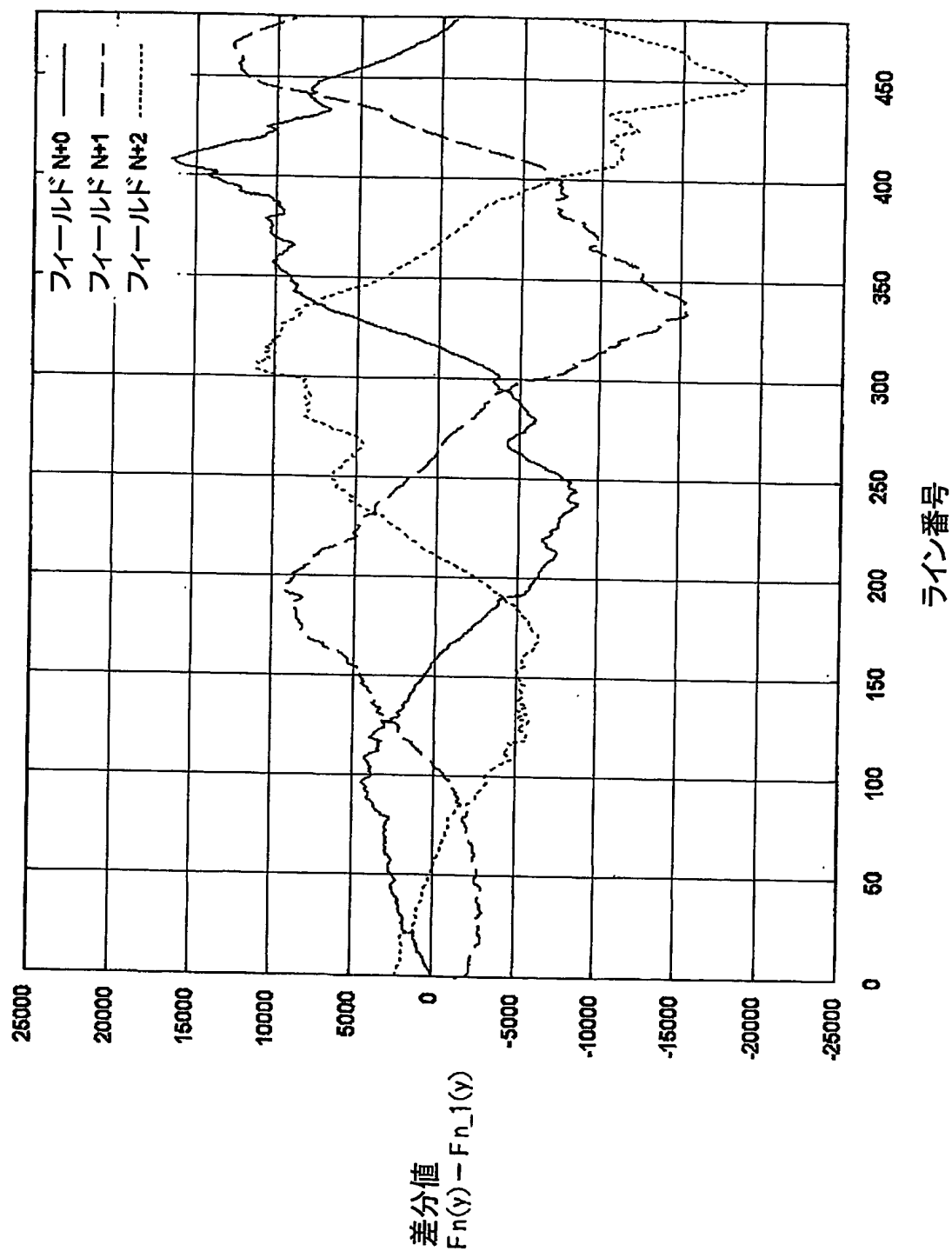


Fig.25

26/30

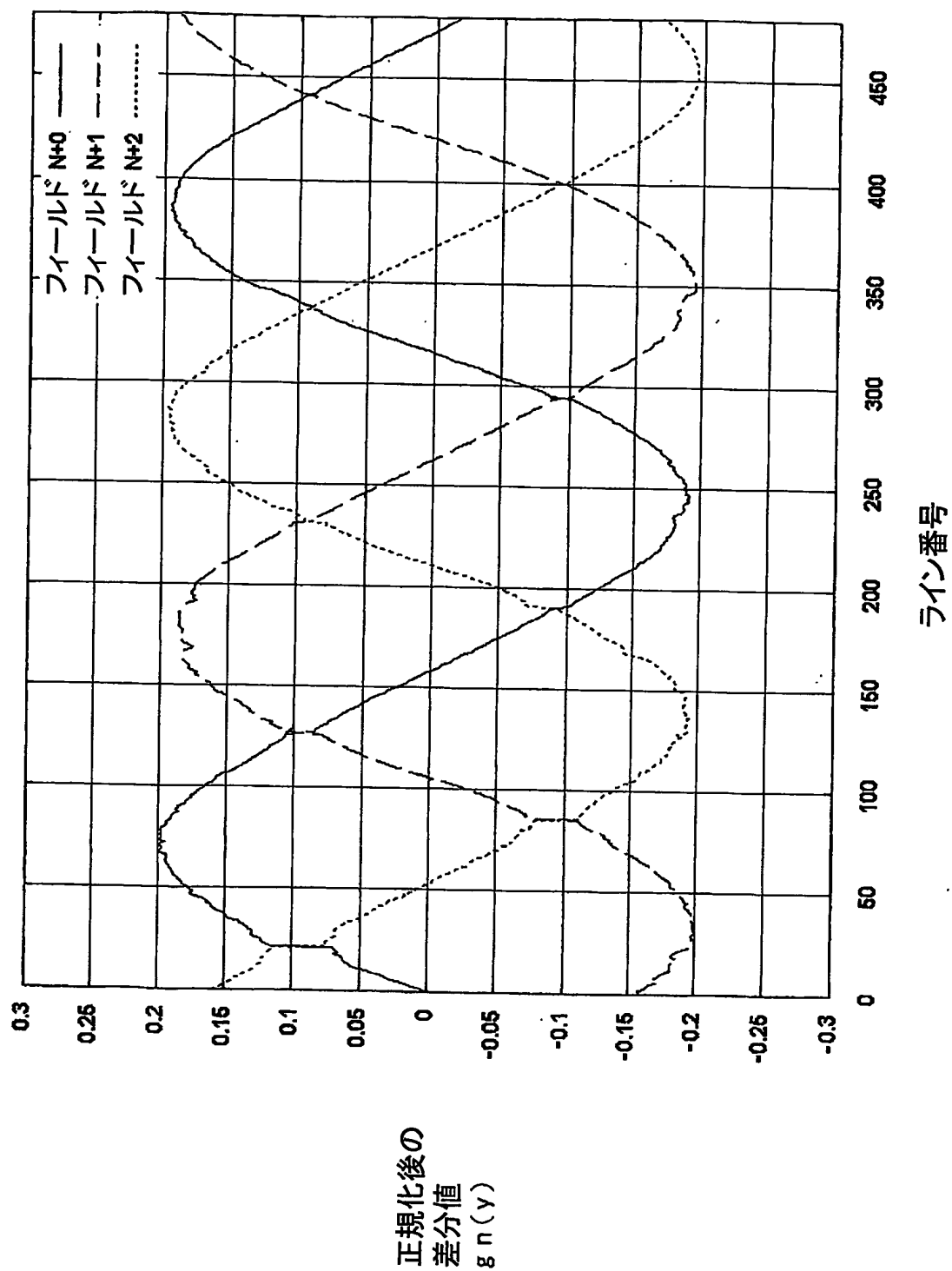


Fig.26

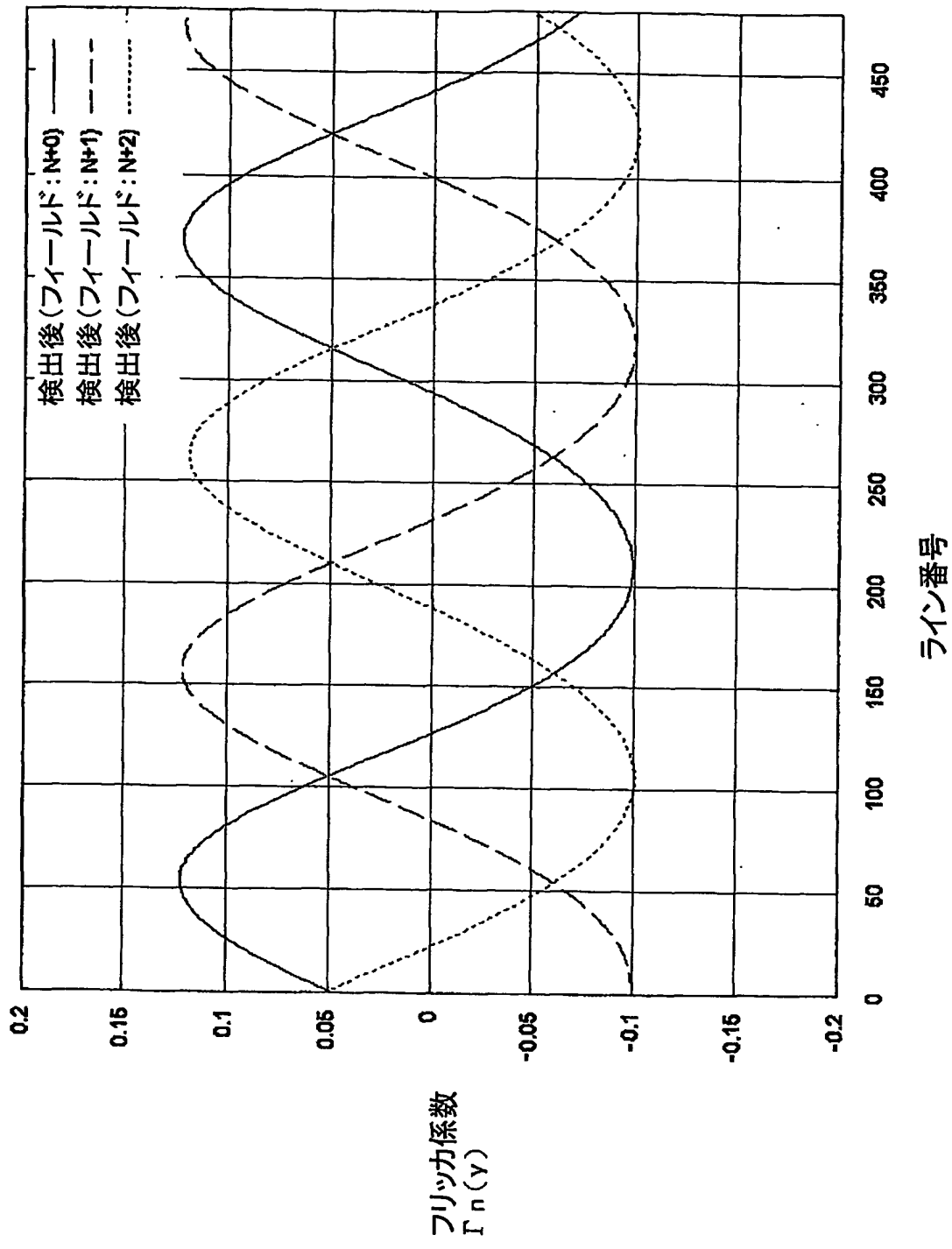


Fig.27

28/30

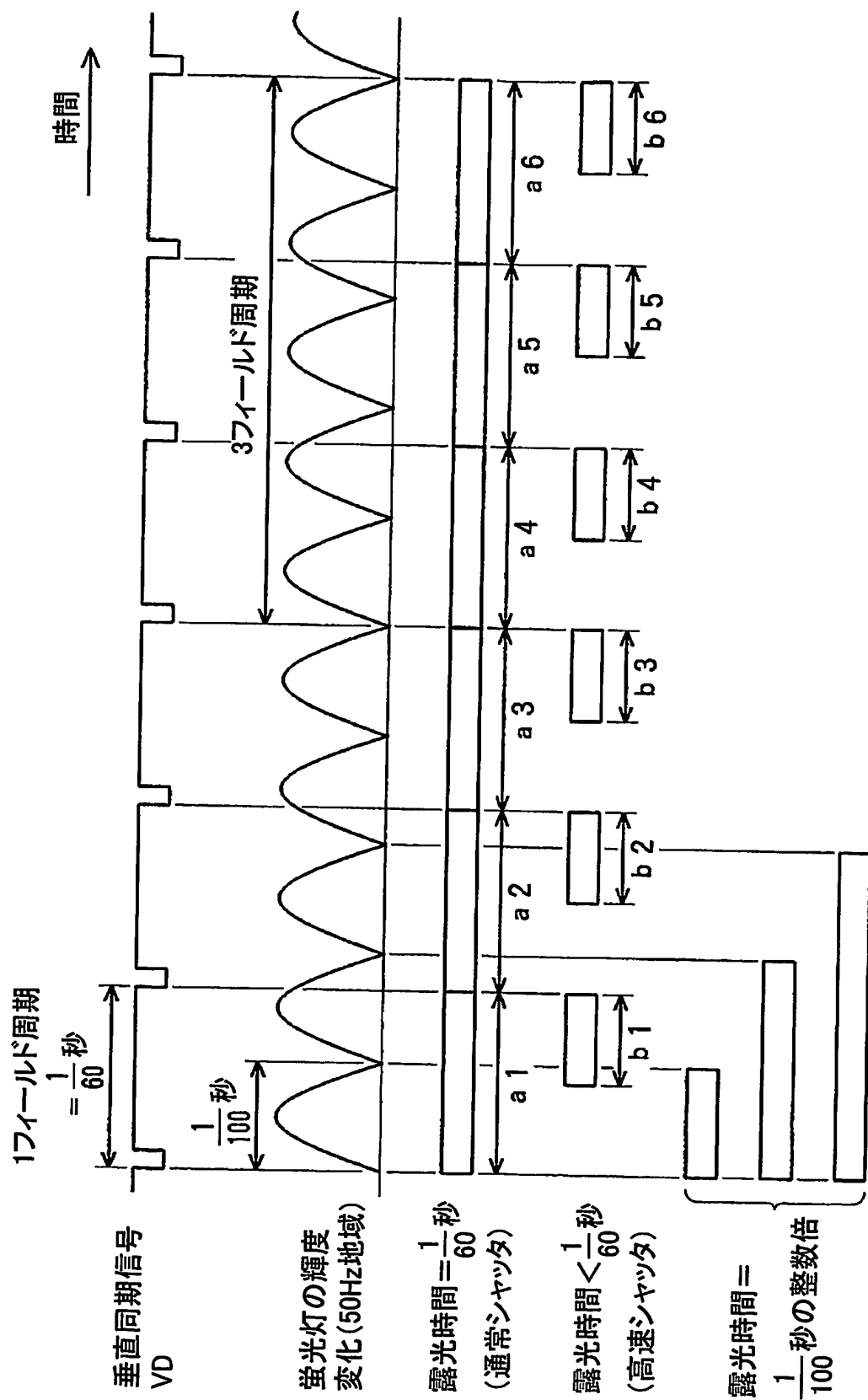


Fig.28

29/30

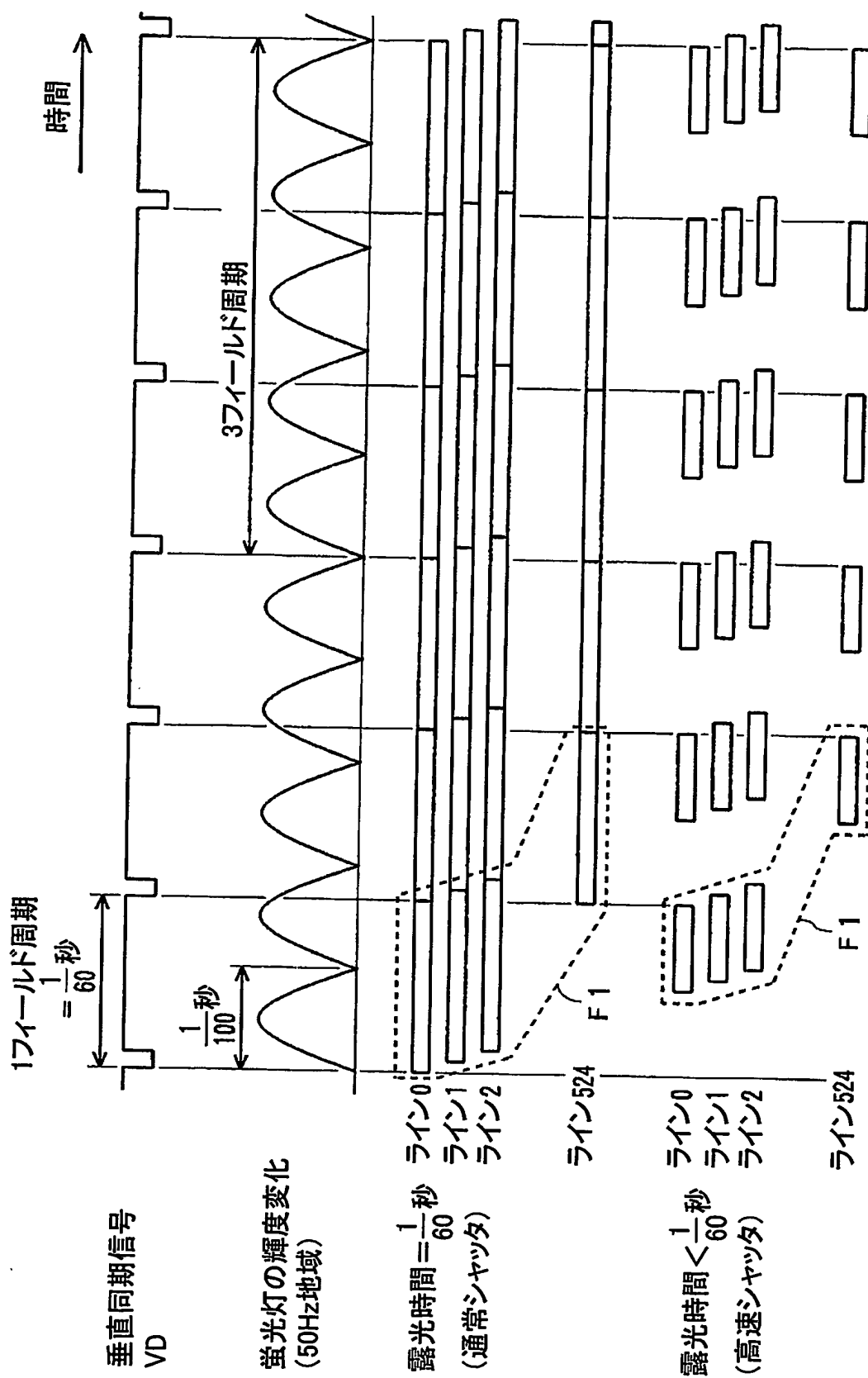


Fig.29

30/30

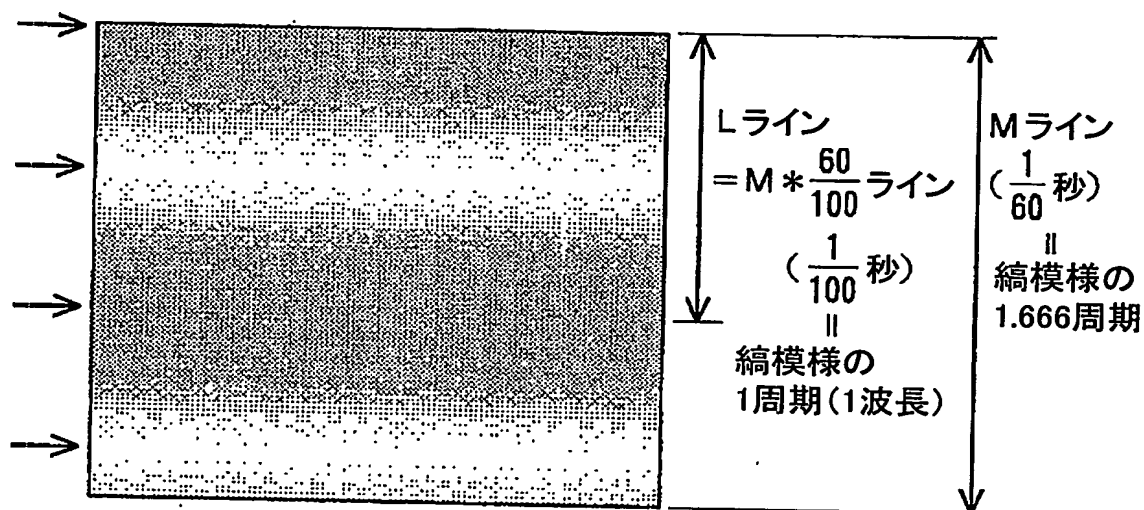


Fig.30

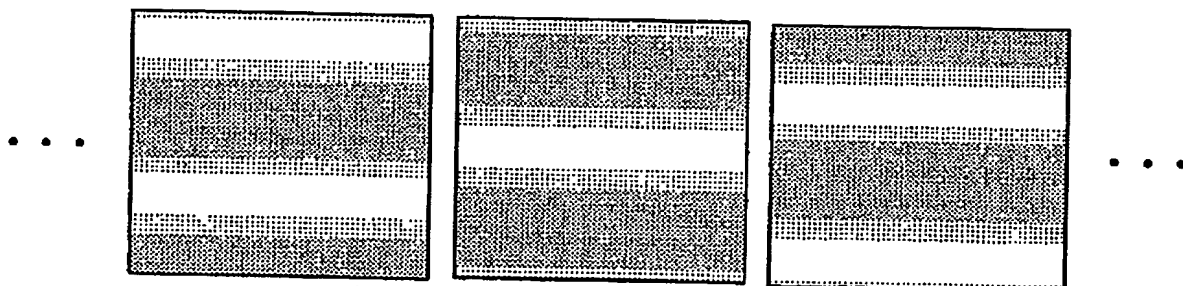


Fig.31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13237

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H04N5/335, H04N5/243

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04N5/335, H04N5/232-5/243, H04N5/217, H04N9/04-9/07

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST FILE (JOIS) [FURIKKA, MOS, XY, Y-X] (in Japanese)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-252446 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.),	1, 7, 15, 21,
Y	17 September, 1999 (17.09.99), Par. Nos. [0022] to [0038], [0068] to [0076]; Fig. 5 (Family: none)	29, 35 2, 3, 9, 11, 16, 17, 23, 25, 30, 31, 37, 39
Y	JP 11-122513 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 30 April, 1999 (30.04.99), Par. Nos. [0033] to [0039]; Fig. 5 (Family: none)	2, 3, 16, 17, 30, 31

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 January, 2004 (20.01.04)

Date of mailing of the international search report
03 February, 2004 (03.02.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13237

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-119708 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 April, 2001 (27.04.01), Par. Nos. [0035] to [0038]; Fig. 7 & EP 1091571 A & CN 2322593 A & CA 1292623 A	9, 11, 23, 25, 37, 39
P, A	JP 2003-198932 A (Sharp Corp.), 11 July, 2003 (11.07.03), Full text; Figs. 1 to 8 & EP 1324598 A & CN 1437389 A	1-40

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP03/13237

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl 7 H04N5/335, H04N5/243

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl 7 H04N5/335, H04N5/232-5/243, H04N5/217,
H04N9/04-9/07

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICSTファイル (JOIS) [フリッカ, MOS, XY, X-Y]

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 11-252446 A (松下電器産業株式会社) 1999. 09. 17, 段落番号【0022】-【0038】, 【0068】-【0076】, 図5 (ファミリーなし)	1, 7, 15, 21, 29, 35
Y		2, 3, 9, 11, 16, 17, 23, 25, 30, 31, 37, 39
Y	JP 11-122513 A (松下電器産業株式会社) 1999. 04. 30, 段落番号【0033】-【0039】, 図 5 (ファミリーなし)	2, 3, 16, 17, 30, 31

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 01. 2004

国際調査報告の発送日

03. 2. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

徳田 賢二

5P

3137

電話番号 03-3581-1101 内線 3502

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-119708 A (松下電器産業株式会社) 2001. 04. 27, 段落番号【0035】-【0038】, 図 7 & EP 1091571 A & CN 2322593 A & CA 1292623 A	9, 11, 23, 25, 37, 39
PA	JP 2003-198932 A (シャープ株式会社) 2003. 07. 11, 全文, 図1-8 & EP 1324598 & CN 1437389	1-40